

## 網羅的な曝露シナリオ情報の調査・整理

### 【概要】

持続可能な開発に関する世界首脳会議(WSSD)において、2020年までにライフサイクルに亘る化学物質によるリスクを最小化することが目標とされているが、化学物質のヒト健康リスク評価を行うためには、懸念される曝露シナリオを適切に判断して設定する必要がある。国際機関や国、地方公共団体、学会、その他公的機関が行っている化学物質のリスク評価・管理事例には、各機関の目的に応じた曝露シナリオがそれぞれで設定されている。しかし、ライフサイクルにわたるリスク評価を行うためには、漏れ落ちなく網羅的に曝露シナリオが設置される必要があるが、各機関の情報を整理するような試みはなされていない。そこで本調査では、各国・各機関のリスク評価書やその評価書内で用いられている曝露評価ツールを収集し、網羅的な曝露シナリオ情報(構成要素)の抽出と整理を行った。また、それらの情報を用いた曝露シナリオデータベースを構築するための基礎検討を行った。

### 1. 曝露シナリオ情報の収集・整理方法の概要

化学物質のヒト健康リスク評価を行うためには、懸念される曝露シナリオを適切に判断して設定する必要がある。国際機関や国、地方公共団体、学会、その他公的機関が行っている化学物質のリスク評価・管理事例には、各機関の目的に応じた曝露シナリオが設定されている。しかし、このようなヒト健康リスク評価の際に、曝露シナリオの設定が非常に困難であることが多く、特にライフサイクルにわたるリスク評価を行うために必要な網羅的な曝露シナリオ情報は整理されていない。

そこで本プロジェクトにおいて、平成19年度に収集した曝露シナリオ関連情報を活用し、網羅的な曝露シナリオデータベースを作成することとした。曝露シナリオの整理方法としては、1) 排出源情報と2) 排出後の曝露シナリオ情報に分割して収集・整理し、その2情報を組み合わせることで網羅的な曝露シナリオデータベースの構築を検討した。

### 2. 排出源情報の情報源選定

化学物質の排出源情報としては、1) 産業的なプロセスからの排出と、2) 家庭からの排出に関する情報に分類できる。産業的なプロセスからの排出の情報源としては、以下の(1)～(3)の情報源を選定した。また、家庭からの排出に関する情報源としては、公的に整理された情報源はなく、身近な製品の種類について、博士論文「多種化学物質過敏症の実態と誘発物質に関する研究」(糸山、2007)において網羅的に収集、整理されているため<sup>1</sup>、ここに記載された家庭用品を曝露シナリオデータベースに取り入れることとした。

#### (1) PRTR 排出量等算出マニュアル

日本のPRTR法の排出量等算出マニュアルでは、複数の業種にあると想定される11工程での算出事例が示されており、これらの工程は排出源として認識されている工程であるため、排出源として曝露シナリオデータベースに取り入れることとした<sup>2</sup>。

<sup>1</sup> 糸山、多種化学物質過敏症の実態と誘発物質に関する研究、横浜国立大学学位論文、2007

<sup>2</sup> 経済産業省・環境省、PRTR 排出量等算出マニュアル 第三部 資料編、2004

## (2) Sector Notebooks<sup>3</sup>

欧州 REACH 規則において、川下ユーザーは適切な曝露シナリオを作成し、欧州化学物質庁 (European Chemicals Agency: ECHA) に報告する義務がある。この曝露シナリオには、公的に利用可能な情報を使用して、産業的なプロセスの名称を記述しなければならない<sup>4</sup>。そのため、REACH 実施プロジェクト 3.2 (REACH Implementation Project 3.2: RIP3.2) では、いくつかの利用可能な情報源の例が示されている<sup>5</sup>。この中で米国環境保護庁 (USEPA) が作成した Sector Notebooks には、各産業で使用されている代表的な工程名が記述されている文書が集められているため、排出源として曝露シナリオデータベースに取り入れることとした。

## (3) BREF<sup>6</sup>

BAT 参照文書 (Best Available Techniques Reference Documents: BREF) は欧州汚染防止管理統合局 (European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau: EIPPCB) が作成した「利用可能な最善のテクニック (Best Available Technique)」を基にした排出基準および操業条件が記載された文章であり、Sector Notebooks と同様に、REACH 実施プロジェクト 3.2 (REACH Implementation Project 3.2: RIP3.2) において推奨された排出源情報の一つである。Sector Notebooks と重複する産業も多いため、必要に応じて産業を補完する排出源として曝露シナリオデータベースに取り入れることとした。Sector Notebooks および BREF に収録されている産業名を表 1 に示す。

表 1 Sector Notebooks および BREF に収録されている産業名

Sector Notebooks	Activities of the EIPPCB
Agricultural Chemical, Pesticide and Fertilizer Industry (2000)	Iron and Steel production
Agricultural Crop Production Industry (2000)	Pulp and Paper manufacture
Agricultural Livestock Production Industry (2000)	Cement and Lime production
Aerospace Industry (1998)	Cooling Systems
Air Transportation Industry (1997)	Chlor-Alkali manufacture
Dry Cleaning Industry (1995)	Ferrous Metal processing
Electronics and Computer Industry (1995)	Non-Ferrous Metal processes
Fossil Fuel Electric Power Generation Industry (1997)	Glass manufacture
Ground Transportation Industry (1997)	Tanning of hides and skins
Healthcare Industry (2005)	Textile processing
Inorganic Chemical Industry (1995)	Monitoring systems
Iron and Steel Industry (1995)	Refineries
Lumber and Wood Products Industry (1995)	Large Volume Organic Chemicals
Metal Casting Industry (1997)	Smitheries and Foundries
Metal Fabrication Industry (1995)	Intensive Livestock Farming
Metal Mining Industry (1995)	Emissions from storage of bulk or dangerous materials
Motor Vehicle Assembly Industry (1995)	Common waste water and waste gas treatment and management systems
Nonferrous Metals Industry (1995)	Economic and cross media issues under IPPC
Non-Fuel, Non-Metal Mining Industry (1995)	Large Combustion Plant
Oil and Gas Extraction Industry (1999)	Large Volume Inorganic Chemicals - Ammonia, Acids & Fertilisers
Organic Chemical Industry (2002)	Large Volume Inorganic Chemicals - Solid & Others
Petroleum Refining Industry (1995)	Slaughterhouses and Animal By-products
Pharmaceutical Industry (1997)	Food, Drink and Milk processes
Plastic Resins and Man-made Fibers Industry (1997)	Ceramics
Printing Industry (1995)	Management of Tailings and Waste-Rock in Mining Activities
Pulp and Paper Industry, (2002)	Surface treatment of metals
Rubber and Plastics Industry, (2005)	Surface treatments using solvents
Shipbuilding and Repair Industry (1997)	Waste Incineration
Stone, Clay, Glass and Concrete Industry (1995)	Waste Treatments [Previously Waste Recovery/Disposal activities]
Textiles Industry (1997)	Speciality inorganic chemicals
Transportation Equipment Cleaning Industry (1995)	Organic fine chemicals
Water Transportation Industry (1997)	Polymers
Wood Furniture and Fixtures Industry (1995)	Energy Efficiency
Local Government Operations (1999)	
Federal Facilities (1996)	
Tribal Government Operations (2007)	
合計36業種	合計33業種・工程等

<sup>3</sup> <http://www.epa.gov/compliance/resources/publications/assistance/sectors/notebooks/index.html>

<sup>4</sup> 山際良平、REACH 登録実践マニュアル、技術情報協会、121-122、2008

<sup>5</sup> RIP3.2-1, WP1: development of the concept of exposure scenarios. General framework of exposure scenarios – Scoping Study – a final report. Technical Guidance Document on preparing the Chemical Safety Report under REACH – Scoping Study – Phase 1A. (REACH implementation project 3.2-1A). Service Contract Number 22551-2004-12 F1SC ISP BE, 2007

<sup>6</sup> <http://eippcb.jrc.es/reference/>

### 3. 排出後の曝露シナリオ情報の情報源選定

2-2)で示した排出源から化学物質が排出された後に、ヒトへの曝露に至るまでの経路「排出後の曝露シナリオ」を収集・整理するための情報源として、以下の(1)~(3)の情報源を選定した。

#### (1) 日本の化学物質関連法規制

化学物質に関連した法規制は、化学物質による過去の事故、被害等をもとに策定されていることが想定され、過去に問題になった曝露事例が反映されていると考えられる。そこで本プロジェクトでは、現行の日本の化学物質に関する法規制で考慮されている曝露シナリオを法規制ごとに抽出し、整理することとした。

人の健康の保護を目的として化学物質を規制する各種制度は、1)農薬取締法、食品衛生法、毒劇法等のように、特定の製品・使用方法として意図的に製造・使用される化学物質に関する制度、2)大気汚染防止法や水質汚濁防止法等のように、化学物質の環境中への排出を規制する制度、3)化審法や労働安全衛生法等のように、特定の曝露シナリオを通じた化学物質の影響を対象とする制度などに分類できる。

調査対象とした法規制は、化学物質関連法規制のうち、ヒトが化学物質に曝露されることで健康に悪影響を及ぼすことを防止するための法規制とした。そのため、消防法や火薬取締法など、化学物質の火災・爆発等に伴うフィジカルリスクを低減するための法律は、調査の対象外とし、この条件を満たす法律は 27 種類存在した。ただし、労働安全衛生法は対象とする化学物質の種類に応じて規則が分類されているため、別々に調査することとした。本プロジェクトで調査対象とした、日本の化学物質関連法規制を表 2 示す。これらの各法規制では、対象とする化学物質やその用途、作業環境に応じて、異なった曝露シナリオが考慮されている。

表 2 調査対象とした日本の化学物質関連法規制

法律名	所管官庁
労働基準法	厚労省
労働安全衛生法	厚労省
(有機溶剤中毒予防規則)	厚労省
(粉塵障害防止規則)	厚労省
(鉛中毒予防規則)	厚労省
じん肺法	厚労省
化審法	厚労省、経産省、環境省
薬事法	厚労省
PRTR 法	経産省、環境省
毒物及び劇物取締法	厚労省
農薬取締法	環境省、農水省
食品衛生法	厚労省
大気汚染防止法	環境省
水質汚濁防止法	環境省
悪臭防止法	環境省
土壌汚染対策法	環境省
海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律	環境省、国交省
覚せい剤取締法	厚生省
揮発油等の品質の確保等に関する法律	経産省
下水道法	環境省
化学兵器の禁止及び特定物質の規制等に関する法律	環境省、国交省
飼料の安全性の確保及び品質の改善に関する法律	農水省

水道原水水質保全事業の実施の促進に関する法律	厚労省
ダイオキシン類対策特別措置法	環境省
農用地の土壌の汚染防止に関する法律	環境省、農水省
廃棄物の処理及び清掃に関する法律	環境省
肥料取締法	農水省
PCB 廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法	環境省
有害物質を含有する家庭用品の規制に関する法律	厚労省
水道法	厚労省

## (2) 各国・各機関のリスク評価書

各国・各機関において行われた化学物質のリスク評価の結果は、リスク評価書として一般に公表されている。リスク評価書では主に、評価する化学物質の基本的な情報(物性値や基本的用途・排出状況等)から、ハザード評価、曝露評価を行い、最終的にリスク評価を実施するという構成になっている場合が多い。このようにリスク評価書は、既存の化学物質リスク情報の集約されたものであるといえる。そこで本研究では、各リスク評価書でどのような曝露評価がなされているのかを調査し、そこで考慮されている主要な曝露シナリオを抽出し、整理することとした。

調査対象とするリスク評価書としては、各リスク評価書うち、国際機関・主要各国の政府機関から出されているリスク評価書を調査対象とし、その中で、化学物質のハザード評価のみからリスク評価を行い、曝露評価が実施されていないリスク評価書は、本研究の調査対象から除外した。この条件を満たすリスク評価書とその発行機関を表3に示す。

また、NEDO 技術開発機構、産総研化学物質リスク管理研究センター共編の詳細リスク評価シリーズ27物質も調査対象とすることで、リスク評価の化学物質毎の特徴を調査することができる。ただし、未発売の「ホルムアルデヒド」、「オゾン」、「キシレン」と、生態リスク評価のみの「トリブチルスズ」、「銅ピリチオン」、「アルコールエトキシレート(洗剤)」、「亜鉛」は調査対象から除外した。詳細リスク評価シリーズで調査対象とした化学物質を表4に示す。

表3 調査対象としたリスク評価書及び発行機関

国・機関		評価書等の名称 (シリーズ)
米国	ATSDR (Agency for Toxic Substances & Disease Registry), DHHS (Department of Health and Human Services)	Toxicological Profile
米国	NCEA (National Center for Environmental Assessment), USEPA (US Environment Protection Agency)	Trichloroethylene Health Risk Assessment: Synthesis and Characterization (PRELIMINARY DRAFT)等
米国	OSWER (Office of Solid Waste and Emergency Response), USEPA	RODS (Record of Decision System)
ドイツ	GDCh (ドイツ化学会)	BUA Reports
カナダ	Environment Canada, Health Canada	CEPA- PSAP (Canadian Environmental Protection Act – Priority Substance Assessment Program) Assessment Reports

オーストラ リア	NICNAS (National Industrial Chemicals Notification and Assessment Scheme)	PEC (Priority Existing Chemicals) Assessment Reports
EU	ECB (European Chemicals Bureau)	Risk Assessment Report
日本	産業技術総合研究所	詳細リスク評価書
IPCS (International Programme on Chemical Safety)		CICADs (Concise International Chemical Assessment Documents)
IPCS		EHC (Environmental Health Criteria)
OECD		SIDS (Screening Information Data Set) Assessment Report
ECETOC (European Centre for Ecotoxicology and Toxicology Of Chemicals)		JACC (Joint Assessment of Commodity Chemicals) Report

表 4 調査対象とした産総研の詳細リスク評価書の物質名

物質名	調査対象
フタル酸エステル	○
1,4-ジオキサン	○
トルエン	○
ジクロロメタン	○
短鎖塩素化パラフィン	○
ビスフェノール A	○
p-ジクロロベンゼン	○
鉛	○
アセトアルデヒド	○
塩化ビニルモノマー	○
カドミウム	○
クロロホルム	○
コブラナーPCB	○
ベンゼン	○
ニッケル	○
六価クロム	○
トリクロロエチレン	○
デカブロモジフェニルエーテル	○
1,3-ブタジエン	○
ノニルフェノール	○
トリブチルスズ	生態評価のみのため調査せず
銅ピリチオン	生態評価のみのため調査せず
アルコールエトキシレート (洗剤)	生態評価のみのため調査せず
亜鉛	生態評価のみのため調査せず
ホルムアルデヒド	未発売 (2009年2月27日現在)
オゾン	未発売 (2009年2月27日現在)
キシレン	未発売 (2009年2月27日現在)

### (3) リスクアセスメントツール

リスクアセスメントツールは、作成した曝露シナリオに基づいて屋内外の大気やダスト経路の吸入、穀物・野菜・果実、魚介類、肉・卵・乳製品等の食品や飲料水経路の摂取、さらには入浴時、水泳時、農作業時の経皮吸収等の様々な経路からの化学物質の曝露を考慮して、環境媒体中濃度から曝露用量を推定する際に利用される<sup>7</sup>。国内外の各機関で化学物質のリスク評価が行われる場合も、このようなリスクアセスメントツールが用いられることが多い。REACH 制度においてもリスク評価を行う際に推奨されるいくつかのリスクアセスメントツールが紹介されている。そこで本研究では、既存のリスクアセスメントツールを収集し、ヒトの曝露量を推算することのできる曝露シナリオを抽出し、整理することとした。

調査対象とするリスクアセスメントツールとしては、表3に示した各リスク評価書において、曝露評価やリスク評価に用いられていたツールを中心に調査対象とした。なお、収集の容易さを考え、無料で入手できることも重要な条件であり、この条件を満たすリスクアセスメントツールを表5に示す。

表5 調査対象としたリスクアセスメントツール

モデル名	概要	採用している機関	入手方法	モデル名	概要	採用している機関	入手方法
CONSEXPO	オランダRIVMで開発された化学物質を含む製品(塗料、殺虫剤、化粧品、洗剤、漂白剤等)による消費者曝露を推定するモデル。部屋の体積、表面積、空気交換率、男女別・成人・子供別の全身体/身体の一部の表面積等を入力して、吸入・経皮・経口の曝露量を推定。	ECB(欧州)	<a href="http://www.rivm.nl/en/healthandissue/productsafety/ConsExposure">http://www.rivm.nl/en/healthandissue/productsafety/ConsExposure</a>	E-FAST	環境(大気、水域、埋め立て)への排出及び消費者製品からの排出による化学物質の環境中濃度をスクリーニングレベルで推定するツール。吸入、経皮、経口曝露量を推定可能。	OPPT(米国)	<a href="http://www.epa.gov/oppt/exposure/pubs/efast.htm">http://www.epa.gov/oppt/exposure/pubs/efast.htm</a>
EUSES	EUにおいて化学物質のリスク評価に使用されているツールであり、入力データからの排出量の予測、環境への配分量予測、環境曝露評価、生態毒性危険評価が可能。	ECB(欧州)	<a href="http://ecb.jrc.it/euses/">http://ecb.jrc.it/euses/</a>	EPI Suite	化学物質の物理化学性状及びマルチメディアモデルによる環境中挙動を推定するツール。	OPPT(米国)	<a href="http://www.epa.gov/oppt/exposure/pubs/episuite.htm">http://www.epa.gov/oppt/exposure/pubs/episuite.htm</a>
EASE	英国内の作業場の測定調査データに基づき、対象とする化学物質の取扱量、沸点、局所排気装置などの対策の有無を対象として、ある範囲で濃度を推定する方法。対象物質は蒸気・ガス状物質あるいは粉体。EUSESの作業者の曝露量推定のサブモジュール。	ECB(欧州) NICNAS(オーストラリア)	<a href="http://ecb.jrc.it/euses/">http://ecb.jrc.it/euses/</a>	PIRAT	家庭における農薬の使用によるスクリーニングレベルの室内外の曝露及びリスクレベルを推定するツール。大人と子供の急性・慢性影響を評価。	OPPT(米国)	<a href="http://www.epa.gov/oppt/exposure/pubs/pirat.htm">http://www.epa.gov/oppt/exposure/pubs/pirat.htm</a>
RISDOFDERM	作業環境における経皮曝露のリスク評価、マネジメントのためのツール。影響の程度と曝露の程度を評価。	euofims(欧州)	<a href="http://product-testing.euofims.com/more-services/research-and-development/projects-on-skin-exposure-and-protection/riskofderm---skin-exposure-and-risk-assessment.aspx">http://product-testing.euofims.com/more-services/research-and-development/projects-on-skin-exposure-and-protection/riskofderm---skin-exposure-and-risk-assessment.aspx</a>	MUSEM	環境へ放出された化学物質について、大気、水、土壌、底質、生物等の多媒体中での挙動を予測し、ヒトを対象とする健康リスク評価や環境中の生物を対象とする生態リスク評価を行う。統合アセスメント・プログラム。消費者曝露、作業環境曝露にも対応。	国立環境研究所	<a href="http://www.nies.go.jp/risk/public/musem.html">http://www.nies.go.jp/risk/public/musem.html</a>
ECETOC-TRA	欧州化学物質生態毒性・毒性センター(ECETOC)のホームページにて公開。EASEをベースに開発。用途リストを選択することにより、職場環境、消費者、環境に対するリスクを評価。	REACH実施プロジェクトの最終報告書で紹介	<a href="https://www.ecetoc-tra.org/public/login/index.asp">https://www.ecetoc-tra.org/public/login/index.asp</a>	CHEM-NITE	GHS表示のための消費者製品のリスク評価が可能。	製品評価技術基盤機構	<a href="http://www.safe.nite.go.jp/management/risk/ra.html">http://www.safe.nite.go.jp/management/risk/ra.html</a>
chemCAN	カナダ・トロント大学Mackay教授が開発した fugacity level IIIモデル(Defaultはカナダ地域)。大気、表面水、魚類、底質、土壌、植物、沿岸域中の化学物質濃度を推定。	CEPA(カナダ)	<a href="http://www.trentu.ca/academic/inss/envmodel/models/CC600.html">http://www.trentu.ca/academic/inss/envmodel/models/CC600.html</a>	MCCEM	室内の製品、材料から排出された化学物質の室内濃度のピーク及び平均を推定するツール。1日曝露、慢性曝露、生涯曝露を評価可能。	OPPT(米国)	<a href="http://www.epa.gov/oppt/exposure/pubs/mccecem.htm">http://www.epa.gov/oppt/exposure/pubs/mccecem.htm</a>
SRD	化学物質を排出する可能性のある消費者製品、建築材料、家具による室内曝露の影響の優先順位付けをスクリーニングするためのツール。12,000物質以上のデータを収録。	OPPT(米国)	<a href="http://www.epa.gov/oppt/exposure/pubs/srd.htm">http://www.epa.gov/oppt/exposure/pubs/srd.htm</a>	WPPEM	家庭及び作業環境におけるロール塗り、ブラシ塗りによる壁塗装時に排出される化学物質の曝露を推定するツール。	OPPT(米国)	<a href="http://www.epa.gov/oppt/exposure/pubs/wpem.htm">http://www.epa.gov/oppt/exposure/pubs/wpem.htm</a>
ChemSTEER	作業環境(製造、加工、使用)における吸入及び経皮曝露及び環境(大気、水域、土壌)への排出量を推定するツール。	OPPT(米国)	<a href="http://www.epa.gov/oppt/exposure/pubs/chemsteer.htm">http://www.epa.gov/oppt/exposure/pubs/chemsteer.htm</a>	IMES	曝露・リスクアセスメントや、化学物質の環境中挙動に関する調査や研究を行う場合に、適切な環境中化学物質挙動モデルを検索することのできるソフトウェア。大気モデル47モデル(ISC3等)、表面水モデル30モデル(EXAMS等)、地下水モデル43モデル(PRZM等)、非点源モデル29モデル、マルチメディアモデル15モデルを収録。	ORD(米国)	<a href="http://esm.versar.com/onlines/imes.htm">http://esm.versar.com/onlines/imes.htm</a>

### 4. 曝露シナリオ構成要素の抽出

曝露シナリオの抽出方法は、化学物質が排出されてからヒトに至るまでの一連の流れを表現するために、1) ライフステージ(化学物質の排出が起こる段階)、2) 排出源、3) 排出媒体(化学物質の排出先となる媒体)、4) 曝露媒体(影響を受けるヒトとの接点となる媒体)、5) 曝露対象(影響を受けるヒトの集団)、

<sup>7</sup> 吉田喜久雄、化学物質の曝露・リスク評価における数理モデルの役割と課題、資源と環境、9(4)、229-237、2000

6)曝露経路(吸入・経皮・経口等)、7)曝露期間(影響を受ける期間)の7項目に注目して整理することとした。本プロジェクトでは、これら7項目を曝露シナリオ項目とし、この曝露シナリオ項目に当てはまる具体的な要素(曝露経路であれば吸入・経皮・経口等)を曝露シナリオ構成要素とする。

2-2)、2-3)に記載した情報源を用いて、1)排出源情報と2)排出後の曝露シナリオ情報に関する各曝露シナリオ構成要素を抽出した。

(1) 排出源情報からの曝露シナリオ構成要素の抽出

2-2)で示した1)産業的なプロセスからの排出に関する情報源は、PRTR 排出量等算出マニュアル、Sector Notebooks および BREF である。まず PRTR 排出量等算出マニュアルからは、複数の業種にあると想定される 11 工程を抽出することができるが、これら代表的な工程である 11 工程以外の工程から一般環境中に排出されていることが考えられること、また詳細な工程が記載されていないため、PRTR 排出量等算出マニュアルは Sector Notebooks および BREF の補完的な情報とした。

Sector Notebooks および BREF は、ほぼ同じような内容が記述されているが、Sector Notebooks がより文書間で内容が統一されている。そこで、本プロジェクトでは、主に Sector Notebooks を利用して、各産業で使用されている工程の情報を抽出し整理することにした。ただし、Sector Notebooks に収録されていない産業もあると考えられたため、足りない産業の情報を BREF から追加することとした。まず、2つのデータベースで同一の産業を扱っていることが考えられたので、それぞれの文書の目次から対応をとると、Sector Notebooks に対応する産業が無い文書が、BREF に 7 産業あることがわかった。また、Sector Notebooks の「Federal Facilities」や、EIPPCB の「Monitoring systems」などの7文書は、産業における工程の記述が無いため、工程情報を抽出できないと判断して調査しないこととした。最終的に調査対象とした文書リストを表 6 に示し、文章中に登場した工程名を大工程・中工程・小工程に分類して抽出した結果の例(繊維工業)を表 7 に示す。

表 6 調査対象とした Sector Notebooks および BREF の文書リスト

No	産業名	No	産業名
1	Agricultural Chemical, Pesticide and Fertilizer Industry	21	Organic Chemical Industry
2	Agricultural Crop Production Industry	22	Petroleum Refining Industry
3	Agricultural Livestock Production Industry	23	Pharmaceutical Industry
4	Aerospace Industry	24	Plastic Resins and Man-made Fibers Industry
5	Air Transportation Industry	25	Printing Industry
6	Dry Cleaning Industry	26	Pulp and Paper Industry
7	Electronics and Computer Industry	27	Rubber and Plastics Industry
8	Fossil Fuel Electric Power Generation Industry	28	Shipbuilding and Repair Industry
9	Ground Transportation Industry	29	Stone, Clay, Glass and Concrete Industry
10	Healthcare Industry	30	Textiles Industry
11	Inorganic Chemical Industry	31	Transportation Equipment Cleaning Industry
12	Iron and Steel Industry	32	Water Transportation Industry
13	Lumber and Wood Products Industry	33	Wood Furniture and Fixtures Industry
14	Metal Casting Industry	34	Emissions from storage of bulk or dangerous materials
15	Metal Fabrication Industry	35	Food, Drink and Milk processes
16	Metal Mining Industry	36	Large Volume Inorganic Chemicals – Solid & Others
17	Motor Vehicle Assembly Industry	37	Speciality inorganic chemicals
18	Nonferrous Metals Industry	38	Waste Incineration
19	Non-Fuel, Non-Metal Mining Industry	39	Waste Treatments [Previously Waste Recovery/Disposal activities]
20	Oil and Gas Extraction Industry	40	Surface treatments using solvents

表 7 産業別工程の抽出例（繊維工業:Textile Industry）

産業	大工程	中工程	小工程
Textile Industry	Yarn Formation	Fiber Preparation	Opening/Blending
Textile Industry	Yarn Formation	Fiber Preparation	Carding
Textile Industry	Yarn Formation	Fiber Preparation	Combing
Textile Industry	Yarn Formation	Fiber Preparation	Drawing
Textile Industry	Yarn Formation	Fiber Preparation	Drafring
Textile Industry	Yarn Formation	Spinning	Spinning
Textile Industry	Fabric Formation	Warping	Warping
Textile Industry	Fabric Formation	Slshing/Sizeing	Slshing/Sizeing
Textile Industry	Fabric Formation	Weaving	Shedding
Textile Industry	Fabric Formation	Weaving	Picking
Textile Industry	Fabric Formation	Weaving	Battening
Textile Industry	Fabric Formation	Weaving	Taking up and letting off
Textile Industry	Fabric Formation	Shuttleless Looms	Shuttleless Looms
Textile Industry	Fabric Formation	Knitting	Weft knitting
Textile Industry	Fabric Formation	Knitting	Warp Knitting
Textile Industry	Fabric Formation	Tufting	Tufting
Textile Industry	Wet Processing	Fabric Preparation	Singeing
Textile Industry	Wet Processing	Fabric Preparation	Desizing
Textile Industry	Wet Processing	Fabric Preparation	Scouring
Textile Industry	Wet Processing	Fabric Preparation	Bleaching
Textile Industry	Wet Processing	Fabric Preparation	Mercerizing
Textile Industry	Wet Processing	Dyeing	Yarn Dyeing
Textile Industry	Wet Processing	Dyeing	Piece Dyeing
Textile Industry	Wet Processing	Printing	Rotary screen printing
Textile Industry	Wet Processing	Printing	Direct printing
Textile Industry	Wet Processing	Printing	Discharge printing
Textile Industry	Wet Processing	Printing	Resist printing
Textile Industry	Wet Processing	Printing	Ink-Jet printing
Textile Industry	Wet Processing	Printing	Heat-transfer printing
Textile Industry	Wet Processing	Finishing	Heatsetting
Textile Industry	Wet Processing	Finishing	Brushing and napping
Textile Industry	Wet Processing	Finishing	Softening
Textile Industry	Wet Processing	Finishing	Optical finishing
Textile Industry	Wet Processing	Finishing	Shearing
Textile Industry	Wet Processing	Finishing	Compacting
Textile Industry	Wet Processing	Finishing	Optical finishes
Textile Industry	Wet Processing	Finishing	Absorbent and soil release finishes
Textile Industry	Wet Processing	Finishing	Softenersandabrasion-resistant finishes
Textile Industry	Wet Processing	Finishing	Physical stabilization and crease-resistant finishes
Textile Industry	Fabrication	Cutting/Sewing	Cutting/Sewing

家庭からの排出に関する情報源としては、公的に整理された情報源はなく、身近な製品の種類について糸山らにより網羅的に調査・整理されている。身近な製品情報は、大分類・中分類・小分類の形式で整理されており、最も細分化されている製品小分類は法律の対象や工業会の存在、製造販売量の統計の

存在などを考慮して作成され、家計調査年報<sup>8</sup>の製品項目も参考にされている<sup>1</sup>。ただし、この製品分類は製品中化学物質情報を整理することを目的として構築されたものであり、必ずしも製品からの曝露シナリオを考慮した分類ではないため、消費者曝露に関連した家庭用品のみを抽出し、それを表 8 に示す。

表 8 家庭用品の製品分類

場所	大分類	中分類	小分類	
家庭	建物・家具 関連品	木製建材類	構造用木材、内装用木材、木材保存剤	
		プラスチック 建材類	床材、壁材、断熱材	
		鉱物繊維系 建材類	充填材	
		その他建材類	鉄骨、壁布、壁紙、畳	
		木製家具類	食器棚、食卓、書棚、たんす、机、いす、 ピアノ、ベッド	
		布製家具類	カーテン、クッション、布団、敷布、枕	
		金属製家具類	食器棚、食卓、書棚、机、いす	
		プラスチック製 家具類	机、いす、棚	
		皮革・合成皮革 家具類	ソファ、いす	
		塗料類	屋内さび止め用、屋外さび止め用、屋内木部用、 屋外木部用、建具用、浴室用	
		接着剤類	床用、断熱材用、壁・天井用、建具用、屋外壁用 リフォーム用、家具用、屋根用	
		その他建物・家具 関連品	建具	
		電気・電子 関連品	映像・通信機器類	テレビ、パソコン、ビデオデッキ、ビデオカメラ、 固定電話機・ファックス、プリンタ
	冷暖房・空調 機器類		ルームエアコン、ガスストーブ、石油ストーブ、電気 ストーブ、ガスファンヒーター、電気こたつ	
	照明器具類		蛍光灯、白熱灯	
	その他家電製品類		洗濯機、電子レンジ、炊飯器、電気掃除機、 アイロン、冷蔵庫	
	電池類		マンガン乾電池、アルカリ乾電池、 リチウム電池、水銀電池、ニカド蓄電池	
	映像・通信機器 消耗品類		ビデオテープ、フロッピーディスク、CD、プリンタ インク、プリント用紙	
	日用品		衣料用洗剤類	衣料用洗剤、衣料用漂白剤、柔軟仕上げ剤
			台所用洗剤類	台所用洗剤、レンジ用洗剤、台所用漂白剤
清掃用品類		トイレ用洗剤、風呂用洗剤、室内用洗剤、 紙/布ワイパー、ワックス		
洗髪用品類		トイレ用洗剤、風呂用洗剤、室内用洗剤		
ボディケア用品類		ボディシャンプー、石鹸、入浴剤、歯磨き		
化粧関連用品類		香水、ファンデーション、口紅、マニキュア、日焼 け止め、ハンドクリーム、身体用防臭剤		

<sup>8</sup> <http://www.stat.go.jp/data/kakei/koumoku/pdf/bunrui.pdf>

		髪用理美容品類	整髪料、育毛剤・発毛剤、毛染め剤、パーマ液
		衛生薬剤類	殺菌・消毒剤、ゴキブリ退治剤、ダニ退治剤、シロアリ駆除剤、人体用虫よけ剤、かびとり剤
		園芸用農薬・肥料類	園芸用殺虫剤、殺菌剤、除草剤、化学肥料
		防臭・消臭剤類	防臭剤、消臭剤、芳香剤
		プラスチック製容器類	化粧品容器、洗剤用容器、調味料容器、豆腐容器、果物パック、インスタント食品容器
		プラスチック製包装材類	ハム・ソーセージ・チーズ等包装フィルム、パン包装フィルム、菓子包装フィルム、ラップ
		プラスチック製食器類	茶碗、皿、はし
		プラスチック製調理用具類	ジューサーミキサー、フードプロセッサー、コーヒーメーカー、浄水器、ポット
		プラスチック製文具類	消しゴム、下敷き、セロテープ
		プラスチック製玩具類	浮輪、ビーチボール、人形、プラモデル、プレイブロック
		その他プラスチック製品類	じょうろ、プラスチック製ハンガー、カード
		紙製容器類	紙コップ、牛乳パック
		金属製容器類	食品用金属缶
		金属製調理器具類	包丁、フライパン、なべ
		衣料品類	衣服、タオル、ハンカチ、靴
		医薬品・保健医療用品	感冒薬、胃腸薬、栄養剤、外傷・皮膚病薬、紙おむつ、絆創膏、体温計
		装身具・嗜好品関連品	アクセサリー、タバコの煙、ライター
		印刷物類	書籍、雑誌、新聞、カタログ
		文房具・画材類	サインペン、マジックペン、ボールペン、油絵の具
		その他日用品	靴墨、防水スプレー、線香・お香の煙
	家庭供給物	水道水	水道水
		燃料類	灯油、プロパンガス、都市ガス
		クリーニング衣類	ドライクリーニング衣類、洗濯衣類
		異物混入食品類	農薬残留食品、事故薬剤混入食品
自動車	自家用車	自動車本体	金属部材、プラスチック部材、電子部品
		自動車用塗料類	ボディ用、プラスチック部材用、金属部材用、補修用
		自動車用接着剤類	金属・プラスチック用
	自動車関連品	燃料類	ガソリン、液化石油ガス、灯油、
		カー用品類	オイル、バッテリー、ワックス、防臭剤、
	駐車場	車止め	車止め接着剤

(2) 排出後の曝露シナリオ情報からの曝露シナリオ構成要素の抽出

2-3)において、排出後の曝露シナリオを収集・整理するための情報源として、日本の化学物質関連法規制、国内外リスク評価書、リスクアセスメントツールを選定した。まず、日本の化学物質関連法規制に

において、法規制内で考慮されている曝露シナリオ構成要素を抽出した結果例を表9に示す。調査の結果、同一の曝露シナリオを、複数の法律で体系的に考慮している曝露シナリオが存在する一方で、法律が乱立し所管省庁も様々で、曝露シナリオを網羅しているとはいえないような場合が存在することがわかった。以下に、それぞれの曝露に関する法律について、その内容を述べる。

化学物質の一般環境経由曝露を規制する法律には、大気汚染防止法、水質汚濁防止法、土壌汚染防止法等がある。これらの法律は主に環境省が所管しているが、ほかに、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(PRTR法)、化学物質審査規制法、農薬取締法等も一般環境経由曝露を規制しているため、経済産業省、農林水産省も共同で一般環境経由曝露を規制している。このように、一般環境経由曝露については、様々な排出媒体、曝露媒体、曝露対象を網羅していることが示された。

また、工場等において、化学物質の取扱に従事する作業者の曝露を規制する法律は、厚生労働省が所管している労働基準法を大きな柱とし、労働安全衛生法がいくつかの高リスクが懸念される化学物質について詳しく規則がまとめられている。また、毒物劇物取締法では、化学物質をハザードの観点から作業者のリスクを判断し、使用を規制している。また、特徴的な曝露シナリオ構成要素は、労働安全衛生規則(第594条 皮膚障害防止用の保護具)や特定化学物質障害予防規則(第38条 飲食等の禁止)の中に、曝露媒体として器具・壁面・作業着等、飲食物、排水・廃液が想定されており、曝露経路として手からの経口(hand-to-mouth)が想定されていた。

家庭における製品からの消費者曝露を規制する法律は、食品衛生法や農薬取締法、有害物質を含有する家庭用品の規制に関する法律、揮発油等の品質の確保等に関する法律等がある。これら法律を所管する省庁としては、厚生労働省、経済産業省、農林水産省、環境省が挙げられ、複数の所管省庁が縦割的に規制していることがわかる。また、法律で考慮されている曝露シナリオも、全ての製品について包括的に消費者の化学物質曝露を規制しているとは言い難い状況であった

表9 法規制内で考慮されている曝露シナリオ構成要素(一部抜粋)

法律名	考慮されている曝露シナリオ構成要素						
	ライフステージ	発生源 (業種・工程・製品)	排出媒体	曝露媒体	曝露対象	曝露方法	曝露期間
労働基準法	原材料の採取 化合物製造、加工、調合、 製品製造、産業的使用、 輸送、処理、廃棄	全業種、全工程	作業環境空気	作業環境空気	作業着	吸入 経皮	急性～慢性 発がん性
労働安全衛生法	原材料の採取 化合物製造、加工、調合、 製品製造、産業的使用、 輸送、処理、廃棄	全業種、全工程	作業環境空気	作業環境空気 器具・壁面・作業 着等 飲食物 排水・廃液	作業着	吸入 経皮 手からの 経口	急性～慢性 発がん性
労働安全衛生法 (有機溶剤中毒予防規則)	化合物製造 加工、調合、 製品製造 産業的使用	反応・混合 溶剤使用、 印刷、塗装 接着、洗浄、乾燥 試験または研究	作業環境空気	作業環境空気	作業着	吸入 経皮	急性～慢性 発がん性
労働安全衛生法 (粉塵障害防止規則)	原材料の採取 製品製造、 輸送、廃棄	採鉱(発破、積み降ろし、 粉碎、ふるいわけ、 積み込み等)、混合、 機械加工、鑄造、製錬、 溶接、運搬、解体	作業環境空気	作業環境空気	作業着	吸入	急性～慢性 発がん性
労働安全衛生法 (鉛中毒予防規則)	化合物製造 製品製造、廃棄	製錬、混合、機械加工、 鑄造、溶接、めっき、解体	作業環境空気	作業環境空気	作業着	吸入	急性～慢性 発がん性
じん肺法	原材料の採取 製品製造、 輸送、廃棄	採鉱(発破、積み降ろし、 粉碎、ふるいわけ、 積み込み等)、混合、 機械加工、鑄造、製錬、 溶接、運搬、解体	作業環境空気	作業環境空気	作業着	吸入	急性～慢性 発がん性

次に、各国・各機関におけるリスク評価書から曝露シナリオ構成要素の抽出を行った。平成19年度に行った、国外のリスク評価書の代表的な5化合物の調査では、設定されている曝露シナリオのリスク評価書ごとの特徴を調査できた。米国のATSDRや欧州のECBでは作業環境曝露の評価を行っていることが多いのに対して、カナダのCEPAでは作業環境曝露は考慮されていない。また、ほぼ全ての評価書で慢性毒性のみの評価であったのに対して、ATSDRでは急性のリスク評価も行うという特徴がある。このようにリスク評価書ごとに、抽出された曝露シナリオ構成要素にそれぞれ特徴があることがわかった。

今年度は以上の海外のリスク評価書に加えて、国内の詳細リスク評価書シリーズについても同様に調査を行った。この結果、同じリスク評価書でも評価対象となる化合物が異なれば、抽出される曝露シナリオ構成要素が異なることがわかった。また、ほとんどの化合物でライフサイクルの一部のみリスク評価が行われていることがわかった。以下に曝露シナリオ項目ごとの特徴を記述する。

ライフステージ、排出源に関しては、製造～使用～廃棄までのライフサイクル全体を考慮しているものが7物質あったが、これら以外の物質は、ライフサイクルの一部が考慮されていなかった。特に製品製造や産業的使用段階からの排出はほとんど全ての物質で考慮されていたのに対し、個人使用や廃棄物処理、廃棄物処分段階からの排出を考慮していない物質が多かった。詳細リスク評価書で考慮されているライフステージを物質ごとに整理したものを表10に示す。また、排出源の設定方法はPRTR情報を利用して業種ごとに排出量を推算している物質が多く、工程からの排出として考えている物質は少なかった。

排出媒体に関しては、多くの物質がPRTR情報を参考に排出量が決定されていたため、大気、水域、土壌への排出を考慮しているものがほとんどであった。ただし、消費者曝露を考慮している場合は室内空気なども考慮されていた。

曝露媒体に関しては、大気経由の曝露シナリオはフタル酸エステルおよび短鎖塩素化パラフィン以外の18物質において考慮されていた。その他の曝露媒体は水経由が10、土壌経由が2、食品経由が14、製品経由が6物質あった。このことから、全ての物質において全ての曝露媒体が考慮されていないことがわかった。また、特に曝露媒体として土壌が考慮されている物質が少ないことがわかった。

曝露対象に関しては、曝露対象として一般住民とは別に近傍住民や消費者などが考慮されていた。また、デカブロモジフェニルエーテルのように乳幼児を個別で扱っている場合や、アセトアルデヒドのように喫煙者の評価を行っている物質もあった。

曝露経路に関しては、物質ごとに考慮されている曝露方法に特徴があり、物質によっては吸入のみや経口のみを考慮している場合もあった。化合物ごとの曝露シナリオ構成要素の抽出結果例を表11に示す。

表10 詳細リスク評価書で考慮されているライフステージ

	原材料採取	化合物製造	製品製造	産業的使用	個人使用	廃棄物処理	廃棄物処分
フタル酸エステル		○	○	○	○	○	○
1,4-ジオキサン		○	○	○	○		○
トルエン		○	○	○	○		
ジクロロメタン		○	○	○	○		○
短鎖塩素化パラフィン		○	○	○	○	○	○
ビスフェノールA		○	○	○	○	○	○
p-ジクロロベンゼン		○	○		○		
鉛			○	○		○	○
アセトアルデヒド		○	○	○	○	○	
塩化ビニルモノマー		○	○	○	○	○	
カドミウム	○	○	○	○	○	○	○
クロロホルム			○	○	○		

コプラナーPCB		○	○	○	○	○	○
ベンゼン		○	○	○	○	○	○
ニッケル			○	○		○	○
六価クロム		○	○	○	○	○	○
トリクロロエチレン		○		○		○	○
デカブロモジフェニルエ		○	○	○	○	○	○
1,3-ブタジエン		○	○	○			
ノニルフェノール			○	○	○		

表 11 詳細リスク評価書内で考慮されている曝露シナリオ構成要素(一部抜粋)

シリーズ名	考慮されている曝露シナリオ構成要素							備考
	ライフステージ	排出源 (工程・製品・業種)	排出媒体	曝露媒体	曝露対象	曝露方法	曝露期間	
産総研 詳細リスク評価書 フタル酸エステル	化合物製造、製品製造 産業的使用、個人使用 廃棄物処理、廃棄物処分	DEHPの製造、含有製品製造 軟質塩ビ使用、再生処理 焼却処理、農地還元 埋立処分	大気、水域	農作物、乳製品、 肉類、魚介類	一般住民	経口	慢性	・ADMERで日本全国における 広域大気環境濃度とその 人口分布を評価
産総研 詳細リスク評価書 1,4-ジオキサン	化合物製造、製品製造 産業的使用、個人使用 廃棄物処分	含有製品製造 界面活性剤使用 シャンプー・洗剤使用 埋立処分	大気、水域	発生源近傍大気 広域大気 室内空気 食品、飲料水 製品	近傍住民 一般住民 消費者	吸入、経口 経皮	慢性	・ADMERで日本全国における 広域大気環境濃度とその 人口分布を評価 ・METI-LISで発生源近傍大 気中濃度を推定
産総研 詳細リスク評価書 トルエン	化合物製造、製品製造 産業的使用、個人使用 (自然発生)	トルエン製造、溶剤使用 塗料使用、接着剤使用 農業、自動車、二輪車 船舶、航空機、鉄道 特殊自動車	室内空気 大気	室内空気 発生源近傍大気 広域大気	近傍住民 一般住民 消費者	吸入	慢性	・ADMERで日本全国における 広域大気環境濃度とその 人口分布を評価 ・METI-LISで発生源近傍大 気中濃度を推定 ・QOL指標を用いた定量的 なリスク評価
産総研 詳細リスク評価書 ジクロロメタン	化合物製造、製品製造 産業的使用、個人使用 廃棄物処分、(自然発生)	ジクロロメタン製造 洗浄剤使用、溶剤使用 最終製品 [エアゾール、 ペイントリムーバー、接着剤 フォーム製品]、(自動車) 焼却処理	室内空気 大気	室内空気 発生源近傍大気 広域大気 製品	近傍住民 一般住民 消費者	吸入	慢性	・ADMERで日本全国における 広域大気環境濃度とその 人口分布を評価 ・METI-LISで発生源近傍大 気中濃度を推定
産総研 詳細リスク評価書 短鎖塩素化パラ フィン	化合物製造、製品製造 産業的使用、個人使用 廃棄物処理、廃棄物処分	短鎖塩素化パラフィン製造 金属加工油の製造 金属加工油の使用 可塑剤使用、(焼却処理) 下水処理 下水汚泥の農地還元 埋立処分	大気、水域 土壌	食品	近傍住民 一般住民	経口	慢性	・マルチメディアモデルによる 環境動態推定
産総研 詳細リスク評価書 ビスフェノールA	化合物製造、製品製造 産業的使用、個人使用 廃棄物処理、廃棄物処分	BPA製造、PC樹脂製造 EX樹脂製造、再生紙工場 BPA含有製品使用 下水処理、埋立処分	水域	飲料水、粉ミルク 哺乳瓶、おもちゃ 母乳、食器、缶詰 室内大気 広域大気、(土壌)	一般住民 消費者 子供	吸入、経口	慢性	・年齢階級を5段階に分類 して曝露量を推算

最後に、表 5 に記載した主なリスクアセスメントツールで考慮されている曝露シナリオについて調査した結果を以下に示す。

①一般環境経路曝露

EUSES、E-FAST、MuSEM など多くのツールにおいて、1) 排出媒体は一般的に、大気、表層水(河川、海域など)および土壌が設定できるが、特徴的な曝露シナリオとしては、E-FAST においてスラッジ・非スラッジの埋立地への排出による地下水を経由した曝露が考慮されていた。2) 曝露媒体は大気、飲料水、土壌、魚介類、肉類および農作物などが一般的であった。また、主な3) 曝露対象は、地域住民、広域住民であるが、METI-LIS のように排出源の近傍住民を対象にしているツールも存在した。4) 曝露経路は主に吸入、経皮および経口があり、5) 曝露期間は任意で設定できるツールも存在した。

## ②作業者曝露

EASE や ChemSTEER などの作業者曝露評価ツールでは、ほぼ同様の曝露シナリオを考慮していることが多く、抽出できる曝露シナリオ構成要素は、各項目で 1～3 要素程度であった。1) 排出媒体としては作業環境空気、2) 曝露媒体は作業環境空気または直接接触、3) 曝露対象は作業者、4) 曝露経路は吸入、経皮、5) 曝露期間は急性、亜急性・亜慢性および慢性であった。

## ③消費者曝露

ConsExpo や ECETOC-TRA などの消費者曝露評価ツールでは、化学物質関連法規制やリスク評価書には具体的に示されていない曝露シナリオが数多く含まれていた。1) 排出媒体は室内空気、衣類・靴等、食器・容器包装等、飲食物、家庭土壌、2) 曝露媒体は製品、室内空気、器具・壁面等、衣類・靴等、飲食物、家庭土壌、3) 曝露対象は消費者、子供、4) 曝露経路は吸入、経皮、経口および手から経口 (hand-to-mouth)、5) 曝露期間は急性、亜急性・亜慢性および慢性であった。

以上のように、日本の化学物質関連法規制、国内外リスク評価書、リスクアセスメントツールから抽出した結果について、一般環境経由曝露シナリオ構成要素一覧を表 12、作業者曝露シナリオ構成要素一覧を表 13、消費者曝露シナリオ構成要素一覧を表 14 に示す。

表 12 一般環境経由曝露シナリオ構成要素一覧

ライフステージ	排出媒体	曝露媒体	曝露対象	曝露経路	曝露期間
原材料採取 化合物製造 製品製造 産業的使用 個人使用 輸送 廃棄物処分	大気 河川・湖沼水 海水 土壌 井戸・地下水	近傍大気 地域大気 広域大気 水道水 井戸・地下水 河川・湖沼水 海水 土壌 魚介類 肉類 乳製品 農作物 その他飲食品	近傍住民 地域住民 一般住民	吸入 経皮 経口	急性 亜急性 慢性

表 13 作業者曝露シナリオ構成要素一覧

ライフステージ	排出媒体	曝露媒体	曝露対象	曝露経路	曝露期間
原材料採取 化合物製造 製品製造 産業的使用 輸送 廃棄物処分	- 作業環境空気 排水・廃液	直接接触 作業環境空気 器具・壁面・作業着等 飲食物 排水・廃液	作業者	吸入 経皮 経口 手からの経口	急性 亜急性 慢性

表 14 消費者曝露シナリオ構成要素一覧

ライフステージ	排出媒体	曝露媒体	曝露対象	曝露経路	曝露期間
個人使用	- 室内空気 衣類・靴等 食器・容器包装等 飲食物 家庭土壌	製品 室内空気 器具・壁面等 衣類・靴等 飲食物 家庭土壌	消費者 子供	吸入 経皮 経口 手からの経口	急性 亜急性 慢性

## 5. 曝露シナリオデータベースの構築

曝露シナリオは EU の技術解説書である TGD (Technical Guidance Document)<sup>9</sup>に示されている考え方を採用し、①一般環境経由曝露、②作業員曝露、③消費者曝露の 3 つに分類して整理するのが適切であると考えた。曝露シナリオデータベースの構築方法を以下に述べる。

### ①一般環境経由曝露シナリオデータベース

排出源情報としては、2-2)に示したように Sector Notebooks と BREF から抽出することとし、PRTR や ESD (Emission scenario document) において大工程ごとに環境への排出係数が設定されていることから、排出源は各産業で大工程に分類された工程とした。なお、このような大工程は 162 工程存在した。

次に、排出後の曝露シナリオは、1) 排出媒体、2) 曝露媒体、3) 曝露対象、4) 曝露経路、5) 曝露期間の項目に抽出された曝露シナリオ構成要素を機械的に組み合わせ、その中から現実的でないシナリオや、あらゆる化学物質を考へても曝露量が非常に少ないと考えられるシナリオを除外する方法で作成することとした。一般環境経由の曝露シナリオ構成要素は、1)～5)の項目では、5 個、13 個、3 個、3 個、3 個抽出された。したがって、全ての組み合わせを作成すると合計 1755 個の曝露シナリオが作成される。これらの曝露シナリオから、まず現実的に成立しない次のような組み合わせを除外する。

- 曝露媒体が近傍大気で、曝露対象が地域住民または一般住民
- 曝露媒体が地域大気で、曝露対象が近傍住民または一般住民
- 曝露媒体が広域大気で、曝露対象が近傍住民または地域住民
- 曝露媒体が近傍大気、地域大気または広域大気で、曝露経路が経口
- 曝露媒体が水道水、井戸・地下水、河川・湖沼水または海水で、曝露経路が吸入
- 曝露媒体が魚介類、肉類、乳製品、農作物またはその他飲食物で、曝露経路が吸入

以上に該当するものを削除したところ、曝露シナリオは合計 1035 個となった。また、曝露媒体によっては曝露対象を近傍住民、地域住民、一般住民と細かく分類する必要がないと考え、次のような曝露シナリオは除外することとした。

- 曝露媒体が水道水、河川・湖沼水、海水、魚介類、肉類、乳製品、農作物、その他飲食品で、曝露対象が近傍住民および地域住民
- 曝露媒体が井戸・地下水および土壌で、曝露対象が地域住民および一般住民

以上に該当するものを削除したところ、曝露シナリオは合計 405 個となった。さらに、あらゆる化学物質を想定しても曝露量が非常に少ない曝露シナリオの削除を行った。具体的には排出媒体から曝露媒体への移行が少なく、曝露経路まで考えるとほとんど無視しても良いと考えられるような次のような曝露シナリオの除外することとした。

- 曝露媒体が大気で、曝露経路が経皮の場合

経皮曝露は皮膚と接触する媒体が、気体、液体、固体の場合それぞれにおいて起こりうるが、気体状態の化学物質からの経皮曝露は、非常に特殊な曝露であり、特に高濃度の蒸気にさらされる可能性のあるような事業所内作業員の曝露に限られる。日本におけるリスク評価指針<sup>10,11</sup>においても、一般環境中大気からの経皮曝露を設定している文書は存在しない。さらに、経皮曝露が問題となる場合、それ以上に吸入による曝露が問題となると想定される。これらのことから、本プロジェクトでは曝露媒体が近傍大気、地域大気および広域大気での曝露経路が経皮の場合は曝露シナリオとして除外することとした。ただし、排出媒体が大気で曝露媒体が近傍大気の場合は事業所内作業員の曝露形態と同等と考え、曝露シナリオとして残すこととした。

- 排出媒体が河川・湖沼水以外で、曝露媒体が河川・湖沼水の経口および経皮曝露の場合

<sup>9</sup> <http://ecb.jrc.ec.europa.eu/tgd/>

<sup>10</sup> 経済産業省、化学物質のリスク評価のためのガイドブック、2007

<sup>11</sup> 環境省、化学物質の環境リスク初期評価ガイドライン、2008

河川・湖沼水や海水からの経口・経皮曝露は、ヒトが汚染された水中にて水泳し、水を口から摂取するとともに皮膚から吸収することで起こりうる。このような曝露は実際に Risk Learning (独立行政法人 産業技術総合研究所) の曝露評価ツールでは「汚染された表層水中にて水泳し、汚染された水を摂取するとともに皮膚から吸収する」<sup>12</sup>として考慮されている。しかし、排出媒体が河川・湖沼水以外の場合は、他の媒体から表層水への移行する際に希釈され、さらに、河川等で水泳をする頻度も小さいと考えられることから、本プロジェクトでは、排出媒体が河川・湖沼水以外で、曝露媒体が河川・湖沼水の経口および経皮曝露は除外することとした。

- 排出媒体が海水以外で、曝露媒体が海水の経口および経皮曝露の場合  
河川湖沼水の場合と同様の理由で曝露シナリオとして除外することとした。
- 曝露媒体が魚介類、肉類、乳製品、農作物、その他飲食品で、曝露経路が経皮の場合  
飲食品からの経皮曝露は料理中などに食品に触れたときに起こることが考えられるが、一般的には製品等の直接接触と比較し、経皮曝露量は小さいと考えられる。そのため曝露媒体が魚介類、肉類、乳製品、農作物、その他飲食品で、曝露経路が経皮の場合は曝露シナリオとして除外することとした。
- 排出媒体が土壌以外で曝露媒体が土壌の場合  
環境省水・大気環境局の土壌汚染対策制度に関する説明資料では土壌の直接摂取によるリスクとして、「砂場遊びや屋外で活動をした際に土壌が手に付着し、それを摂食する場合」と「土壌が飛散し、それが口に入って摂食する場合」が挙げられている<sup>13</sup>。ただし、これらの曝露が問題となるのは事業所周辺である場合が多く、土壌に直接排出された場合に高濃度となることが多いと考えられる。そこで、排出媒体が土壌以外で曝露媒体が土壌の場合は曝露シナリオとして除外することとした。ただし、排出媒体が大気で曝露媒体が土壌の場合は、降灰等により大気から土壌への移行がある程度存在すると考えて曝露シナリオとして残すこととした。
- 排出媒体が海水で、曝露媒体が水道水、土壌および井戸・地下水の場合  
海水中に排出された化学物質が水道水や井戸・地下水へ移行する道筋としては、海水から大気中に揮発した後に水中に移行すると考えられるが、物性を考慮するとこのような移行はほぼ無視できると考えられる。そのため排出媒体が海水で、曝露媒体が水道水および井戸・地下水の場合は曝露シナリオとして除外することとした。
- 排出媒体が海水で、曝露媒体が肉類、乳製品、農作物、その他飲食物の場合  
排出媒体が海水で、曝露媒体が水道水、土壌および井戸・地下水の場合と同様の理由で曝露シナリオとして除外することとした。
- 排出媒体が井戸・地下水で曝露媒体が大気、河川・湖沼水、海水、土壌の場合  
井戸・地下水に排出された化学物質が大気、河川・湖沼水、海水、土壌へ移行することはほぼ無視できると考え、曝露シナリオとして除外することとした。

これらの曝露シナリオを削除すると、最数的には 189 個の排出源以後のシナリオが残る結果となった。最終的な排出後のシナリオを表 15 に示す。この排出後のシナリオと排出源情報を組み合わせることで一般環境経由曝露シナリオデータベースを構築した。

なお、この曝露シナリオデータベースには、いくつかのリスク評価書では考慮されている胎児の曝露はここでは含まれていない。この理由は環境中から化学物質を取り込むのは妊婦(一般住民)であるため、胎児の曝露を個別のシナリオとして扱う必要はないと判断したためである。つまり、住民を考慮する場合には、子供から老人、妊婦を考慮して考える必要があることとなる。また、散布された農薬が農作物に付

<sup>12</sup> 独立行政法人 産業技術総合研究所、Risk Learning Ver.1.0 ユーザーズマニュアル、p43

<sup>13</sup> 環境省水・大気局、土壌汚染に関するリスクコミュニケーションガイドライン

着して汚染された農作物を食べるといった曝露シナリオは、農薬散布による特殊な曝露シナリオであるため追加した。

表 15 一般環境曝露に関する排出後の曝露シナリオ(曝露期間:慢性のみ)

No	排出媒体	曝露媒体	曝露対象	曝露経路	曝露期間
1	大気	近傍大気	近傍住民	吸入	慢性
2	大気	近傍大気	近傍住民	経皮	慢性
3	大気	地域大気	地域住民	吸入	慢性
4	大気	広域大気	一般住民	吸入	慢性
5	大気	水道水	一般住民	経皮	慢性
6	大気	水道水	一般住民	経口	慢性
7	大気	井戸・地下水	近傍住民	経皮	慢性
8	大気	井戸・地下水	近傍住民	経口	慢性
9	大気	土壌	近傍住民	吸入	慢性
10	大気	土壌	近傍住民	経皮	慢性
11	大気	土壌	近傍住民	経口	慢性
12	大気	魚介類	一般住民	経口	慢性
13	大気	肉類	一般住民	経口	慢性
14	大気	乳製品	一般住民	経口	慢性
15	大気	農作物	一般住民	経口	慢性
16	大気	その他飲食品	一般住民	経口	慢性
17	河川・湖沼水	近傍大気	近傍住民	吸入	慢性
18	河川・湖沼水	地域大気	地域住民	吸入	慢性
19	河川・湖沼水	広域大気	一般住民	吸入	慢性
20	河川・湖沼水	水道水	一般住民	経皮	慢性
21	河川・湖沼水	水道水	一般住民	経口	慢性
22	河川・湖沼水	井戸・地下水	近傍住民	経皮	慢性
23	河川・湖沼水	井戸・地下水	近傍住民	経口	慢性
24	河川・湖沼水	河川・湖沼水	一般住民	経皮	慢性
25	河川・湖沼水	河川・湖沼水	一般住民	経口	慢性
26	河川・湖沼水	海水	一般住民	経皮	慢性
27	河川・湖沼水	海水	一般住民	経口	慢性
28	河川・湖沼水	魚介類	一般住民	経口	慢性
29	河川・湖沼水	肉類	一般住民	経口	慢性
30	河川・湖沼水	乳製品	一般住民	経口	慢性
31	河川・湖沼水	農作物	一般住民	経口	慢性
32	河川・湖沼水	その他飲食品	一般住民	経口	慢性
33	海水	近傍大気	近傍住民	吸入	慢性
34	海水	地域大気	地域住民	吸入	慢性
35	海水	広域大気	一般住民	吸入	慢性
36	海水	海水	一般住民	経皮	慢性
37	海水	海水	一般住民	経口	慢性
38	海水	魚介類	一般住民	経口	慢性
39	海水	その他飲食品	一般住民	経口	慢性
40	土壌	近傍大気	近傍住民	吸入	慢性
41	土壌	地域大気	地域住民	吸入	慢性
42	土壌	広域大気	一般住民	吸入	慢性
43	土壌	水道水	一般住民	経皮	慢性
44	土壌	水道水	一般住民	経口	慢性
45	土壌	井戸・地下水	近傍住民	経皮	慢性
46	土壌	井戸・地下水	近傍住民	経口	慢性
47	土壌	土壌	近傍住民	吸入	慢性
48	土壌	土壌	近傍住民	経皮	慢性
49	土壌	土壌	近傍住民	経口	慢性
50	土壌	魚介類	一般住民	経口	慢性
51	土壌	肉類	一般住民	経口	慢性
52	土壌	乳製品	一般住民	経口	慢性
53	土壌	農作物	一般住民	経口	慢性
54	土壌	その他飲食品	一般住民	経口	慢性
55	井戸・地下水	水道水	一般住民	経皮	慢性
56	井戸・地下水	水道水	一般住民	経口	慢性
57	井戸・地下水	井戸・地下水	近傍住民	経皮	慢性
58	井戸・地下水	井戸・地下水	近傍住民	経口	慢性
59	井戸・地下水	魚介類	一般住民	経口	慢性
60	井戸・地下水	肉類	一般住民	経口	慢性
61	井戸・地下水	乳製品	一般住民	経口	慢性
62	井戸・地下水	農作物	一般住民	経口	慢性
63	井戸・地下水	その他飲食品	一般住民	経口	慢性
64	農作物	農作物	一般住民	経口	慢性

## ②作業者曝露シナリオデータベース

排出源情報としては、一般環境経由曝露シナリオデータベースと同様に、Sector NotebooksとBREFから抽出するが、作業者曝露は排出源と作業者が接近しており、化学物質と接触する機会が多いため、一般環境経由の曝露シナリオで排出源として設定する大工程よりも、細分化された工程「小工程」を排出源とすることとした。なお、USEPA で作成された作業者曝露評価ツール ChemSTEER においても、化学物質を様々な容器に詰めたり、取り出したりする際の作業者の曝露を評価できるようになっている。このような小工程は全産業を合計すると1360工程存在した。

排出後の曝露シナリオは一般環境経由の曝露と同様に、1) 排出媒体、2) 曝露媒体、3) 曝露対象、4) 曝露経路、5) 曝露期間の項目に抽出された曝露シナリオ構成要素を機械的に組み合わせ、その中から現実的でないシナリオを除外する方法で作成することとした。作業者曝露シナリオ構成要素は、1)～5)の項目では、3個、5個、1個、4個、3個抽出された。それぞれの項目に含まれる曝露シナリオ構成要素をすべて組み合わせると180とおりの組み合わせがあり、これらの曝露シナリオから、現実的に成り立たない次のような組み合わせを除外した。

- 曝露媒体が直接接触で、曝露経路が吸入の場合
- 排出媒体が無く、曝露媒体が存在する場合
- 排出媒体が作業環境空気または排水・廃液で曝露媒体が直接接触の場合
- 排出媒体が作業環境空気と曝露媒体が排水・廃液の場合
- 曝露媒体が作業環境空気と曝露経路が経口または手からの経口の場合
- 曝露媒体が器具・壁面・作業着等で曝露経路が吸入または経口の場合
- 曝露媒体が飲食物で、曝露経路が吸入、経皮または手からの経口の場合
- 曝露媒体が排水・廃液で曝露経路が吸入の場合

これらの曝露シナリオを削除すると、最数的には48個の排出後のシナリオが残る結果となった。最終的な排出後のシナリオを表16に示す。この排出後のシナリオと排出源情報を組み合わせることで曝露シナリオを65280個作成し作業者曝露シナリオデータベースを構築できた。

表16 作業者曝露に関する排出後の曝露シナリオ(曝露期間:慢性のみ)

No	排出媒体	曝露媒体	曝露対象	曝露経路	曝露期間
1	作業環境空気	作業環境空気	作業者	吸入	慢性
2	排水・廃液	作業環境空気	作業者	吸入	慢性
3	作業環境空気	作業環境空気	作業者	経皮	慢性
4	排水・廃液	作業環境空気	作業者	経皮	慢性
5	—	直接接触	作業者	経皮	慢性
6	排水・廃液	排水・廃液	作業者	経皮	慢性
7	作業環境空気	器具・壁面・作業着等	作業者	経皮	慢性
8	排水・廃液	器具・壁面・作業着等	作業者	経皮	慢性
9	—	直接接触	作業者	経口	慢性
10	排水・廃液	排水・廃液	作業者	経口	慢性
11	作業環境空気	飲食物	作業者	経口	慢性
12	排水・廃液	飲食物	作業者	経口	慢性
13	—	直接接触	作業者	手からの経口	慢性
14	排水・廃液	排水・廃液	作業者	手からの経口	慢性
15	作業環境空気	器具・壁面・作業着等	作業者	手からの経口	慢性
16	排水・廃液	器具・壁面・作業着等	作業者	手からの経口	慢性

## ③消費者曝露シナリオデータベース

排出源情報としては、博士論文「多種化学物質過敏症の実態と誘発物質に関する研究」(糸山, 2007)における身近な製品情報データベースから抽出した家庭用品とした。家庭用品の分類はより細かい分類である方が曝露シナリオを適切に表現できると考え、小分類に分類された家庭用品を用いることとした。

ただし、曝露評価ツール ConsExpo において細分類化されていない木製建材類、プラスチック建材類、鉱物繊維系建材類、その他建材類、木製家具類、布製家具類、金属製家具類、プラスチック製家具類、皮革・合成皮革家具類、塗料類、接着剤類、その他建物・家具関連品、映像・通信機器類、冷房・空調機器類、照明器具類、その他家電製品類、電池類、映像・通信機器消耗品類、プラスチック製容器類、プラスチック製包装材類、プラスチック製食器類、プラスチック製調理器具類、プラスチック製文具類、プラスチック製玩具類、その他プラスチック製品類、紙製容器類、金属製容器類、金属製調理器具類、衣料品類、医薬品・保健医療用品、装身具・嗜好品関連品、印刷物類、文房具・画材類、その他日用品、水道水、燃料類、クリーニング衣料、異物混入食品類、自動車本体、自動車用塗料類、自動車用接着剤、燃料類(自動車関連品)、カー用品類、車止めは中分類を排出源とすることとした。このようにすると、合計で 85 種類の製品が排出源として設定される。

排出後の曝露シナリオは一般環境経由の曝露と同様に、1) 排出媒体、2) 曝露媒体、3) 曝露対象、4) 曝露経路、5) 曝露期間の項目に抽出された曝露シナリオ構成要素を機械的に組み合わせ、その中から現実的でないシナリオを除外する方法で作成することとした。消費者曝露シナリオ構成要素は、1)～5) の項目では、6 個、6 個、2 個、4 個、3 個抽出された。それぞれの項目に含まれる曝露シナリオ構成要素をすべて組み合わせると 864 とおりの組み合わせがあり、これらの曝露シナリオから、現実的に成立しない次のような組み合わせを除外した。

これらの曝露シナリオを削除すると、最数的には 39 個の排出後のシナリオが残る結果となった。最終的な排出後のシナリオを表 17 に示す。この排出後のシナリオと排出源情報を組み合わせることで曝露シナリオを 3315 個作成し消費者曝露シナリオデータベースを構築できた。

表 17 消費者曝露に関する排出後の曝露シナリオ(曝露期間:慢性のみ)

No	排出媒体	曝露媒体	曝露対象	曝露経路	曝露期間
1	室内空気	室内空気	消費者	吸入	慢性
2	室内空気	室内空気	消費者	経皮	慢性
3	—	製品	消費者	経皮	慢性
4	衣類・靴等	衣類・靴等	消費者	経皮	慢性
5	室内空気	器具・壁面等	消費者	経皮	慢性
6	—	製品	消費者	経口	慢性
7	室内空気	飲食物	消費者	経口	慢性
8	食器・容器包装	飲食物	消費者	経口	慢性
9	飲食物	飲食物	消費者	経口	慢性
10	室内空気	器具・壁面等	子供	経口	慢性
11	家庭土壌	家庭土壌	子供	経口	慢性
12	—	製品	消費者	手からの経口	慢性
13	室内空気	器具・壁面等	消費者	手からの経口	慢性