

の火災などの事故により、ヒトの健康影響、施設に対する被害が発生した際に、このフィジカルリスク情報が必要となる。

(2) 事故による環境への化学物質放出シナリオの調査と海外事故データベースの整理

事故による環境への化学物質放出シナリオについて、英国化学工学会 IChemE による化学物質の環境放出事故、AEA Technology 社/英国安全衛生庁 HSE の事故データベース MHIDAS の環境放出事故 125 件を、「被害環境」、「発生源」、「特徴的な環境放出」で分類した。

また、海外の固定施設のフィジカル曝露シナリオ(事故シナリオ)について、米国化学事故調査委員会 CSB の調査報告書に基づく化学プロセスの事故事例 49 件の、簡単な事故概要の解説を作成し情報プラットフォームへ実装した。

さらに、欧州委員会の MAHB が化学事故データベース MARS を提供しており、ショートレポートとして事故概要を知らせる約 600 件の事故シナリオが一般公開されている。そのうち 254 件について、ショートレポートにリンクできるよう情報プラットフォームに実装し、いずれも事故シナリオ概要を日本語で記載し、国内の事故データベースへのリンク情報と併せて利用できるように整理した。

(3) 既存のフィジカルリスク評価ツールの収集・整理・評価・改善

米国環境保護庁(U.S. EPA)と米国海洋大気局(NOAA)によって開発された ALOHA は、2006 年末から化学物質の”大気拡散”だけでなく”火災・爆発”を評価できるようになった。本評価ツールのテクニカルガイダンスを日本語で作成し、次の代表的な化学物質について検討した。

本プロジェクトの対象物質である HBCD(臭素系難燃剤)の原料である臭素について、タンク漏えいを想定し大気拡散モデルを用いて評価した。さらに、プール火災モデルはベンゼン、BLEVE およびファイヤーボールモデルにはプロパンを用いて評価し、市販の影響評価ツールである TRACE(SAFER Systems 社)の評価結果と比較し、上記の一定条件内で、ALOHA の妥当性を確認した。

さらに、ALOHA と同様に EPA より無料で提供されている地理情報システム MARPLOT は、ALOHA で得られた評価結果を地図上に投影することが可能なツールである。そこで、国内の地図情報を利用して投影することが可能であるか確認するため、国土地理院から提供されている神奈川県の数値地図情報を取り込み、横浜国大キャンパスにおける化学物質の非定常放出(アンモニアの瞬間漏えい)の仮想シナリオを作成し、ALOHA による評価結果を取り込むことを試みた。図 6 に示すように、国内の地図情報を用いて投影することが可能であることを確認した。

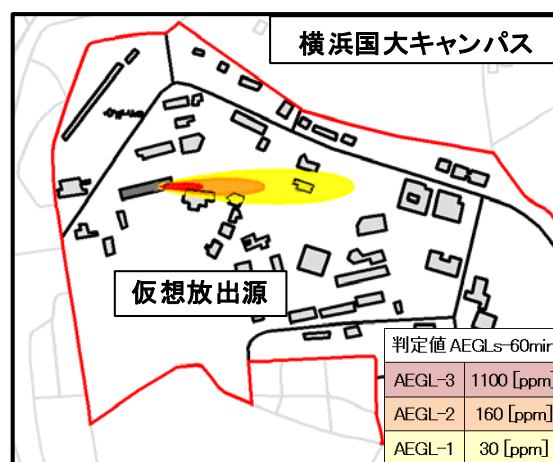


図 6 横浜国大キャンパスからの漏えい評価
-ALOHA 計算結果を MARPLOT 上に投影-

(4) 製品のフィジカルリスク情報の収集

HBCDの事故情報について国内外の事故データベースを検索したが、見当たらなかったため、フィジカルリスクの範囲をプラスチック製品まで拡大し、発泡プラスチック製品の事故情報141件について調査した。さらに、可燃性ガスに関係すると思われる事故12件を見出し、断熱用建材の主要材料である押出法発泡ポリスチレン(XPS)の、ライフサイクルに亘るフィジカルリスクを抽出した。

市販されている発泡ポリスチレンを入手し、ガスクロマトグラフィーなどを用いて、実際に成形品を切断した後は、室温でも可燃性ガスが放出されることを確認した。大量に保管する倉庫、地下の工事現場などでは、換気だけではなく着火源に対して十分な注意が必要であることが分かった。

5-2. 短期・長期健康リスク情報の整理とその効率的活用

本サブテーマ研究では、化学物質の長期・短期健康リスクを想定した既存の高毒性ハザード物質データベースを整理・有効活用するとともに、曝露シナリオなど不足する情報については補間し、フィジカルリスクと連携した新たな情報プラットフォームを構築するとともに、これを活用して環境管理を促進するための長期・短期健康リスク評価ツールを整理、改善の検討を行った。今年度は、各国の主要なツールの概要、評価対象範囲、使用例をテクニカルガイダンスとして作成した。また、補間する情報として、網羅的な曝露シナリオに関するこれまでの調査結果をとりまとめた。

(1) 曝露評価ツールのテクニカルガイダンス

ヒトへの曝露量を評価するための曝露評価ツールは、主に欧州、米国、及び我が国において、多岐に亘る用途のために作成されている。主要各国の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曝露評価ツールを中心に19種類のツールを収集し、利用者が目的に合わせてツールを選択できるように、一般環境曝露評価ツール、作業員曝露評価ツール、消費者曝露評価ツールに分類・整理した。調査した曝露評価ツールの用途別分類を図7に示す。

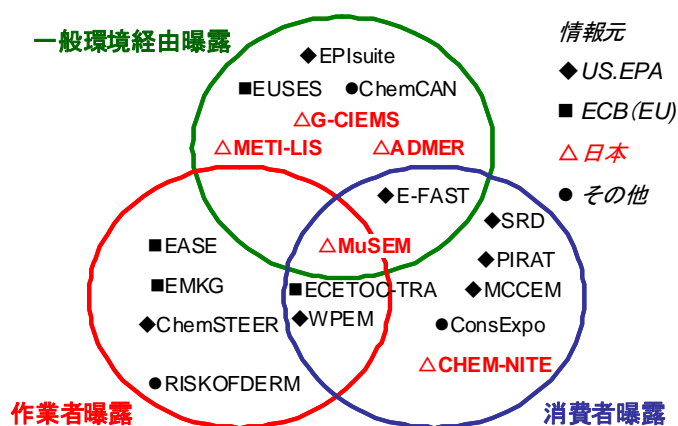


図7 調査した曝露評価ツールの用途別分類

また、上記のように分類・整理した曝露評価ツールを有効かつ簡易に使用できるように、テクニカルガイダンスの構成を検討した。テクニカルガイダンスに記載する基本情報としては、1) ツール名称、2) ツールの種類、3) 開発国、4) 開発機関(者)、5) 入手方法、6) ツールの目的・概要、7) ツール操作手順例とした。一部の重要なツールのテクニカル

ガイドランスでは、操作手順例だけを示すのではなく、曝露量（濃度）を推算できる曝露シナリオ、および曝露量（濃度）推算に必要なパラメータをツールから抽出しとりまとめた。これにより、利用者が評価したい曝露シナリオがある場合に、その曝露シナリオを評価可能なツールを迅速に選定することができると考えられた。

（２）網羅的な曝露シナリオ

構築する曝露シナリオは、欧州のリスク評価関連の技術解説書である TGD（Technical Guidance Document on Risk Assessment）に示されている考え方を参考とし、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。また、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。排出源に関する情報源は、欧州 REACH において紹介されている米国環境保護庁（USEPA）が作成した「Sector Notebooks」及び欧州汚染防止管理統合局が作成した「BAT 参照文書（Best Available Techniques Reference Documents : BREF）」を選定し、合計 2000 程度の産業工程が抽出・整理されたデータベースを構築できた。

また、排出後の曝露シナリオ情報に関する構成要素は、1) ライフステージ、2) 排出媒体、3) 曝露媒体、4) 曝露対象、5) 曝露経路、6) 曝露期間の 6 要素に分類し整理することとし、情報源としては、化学物質による過去の事故、被害等をもとに制定されて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「日本の化学物質関連法規制」、既存の化学物質リスク情報が集約されていると考えられる「各国・各機関のリスク評価書」、及び国内外の各機関で化学物質のリスク評価に用いられている「曝露評価ツール」の 3 情報源を選定し、調査・整理した。一例として、一般環境経由曝露シナリオ構成要素を表 8 に示す。

次に、上記のよう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え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を用いることで、一般環境経由曝露に関しては 183 シナリオに絞り込むことができた。また、作業員曝露では 48 シナリオ及び消費者曝露では 39 シナリオであった。

表 8 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

また現在、上記のように抽出・整理された曝露シナリオに関して、曝露性に関連する物性値を抽出・整理することで、曝露シナリオのプライオリティ付けを行い、高懸念曝露シナリオのスクリーニング方法の検討を行った。

曝露シナリオのプライオリティ付けをするためには、排出媒体から化学物質が排出されてからの詳細な経路（曝露経路）を作成し、曝露経路ごとに影響度が高いパラメータを設定する必要がある。例えば、排出媒体が河川・湖沼水の場合、図9のような詳細な曝露経路と関連する物理化学現象が整理された。また、化学物質の分配に関するパラメータについては、詳細な経路ごとに関連文献や曝露評価ツールから抽出・整理することができた。

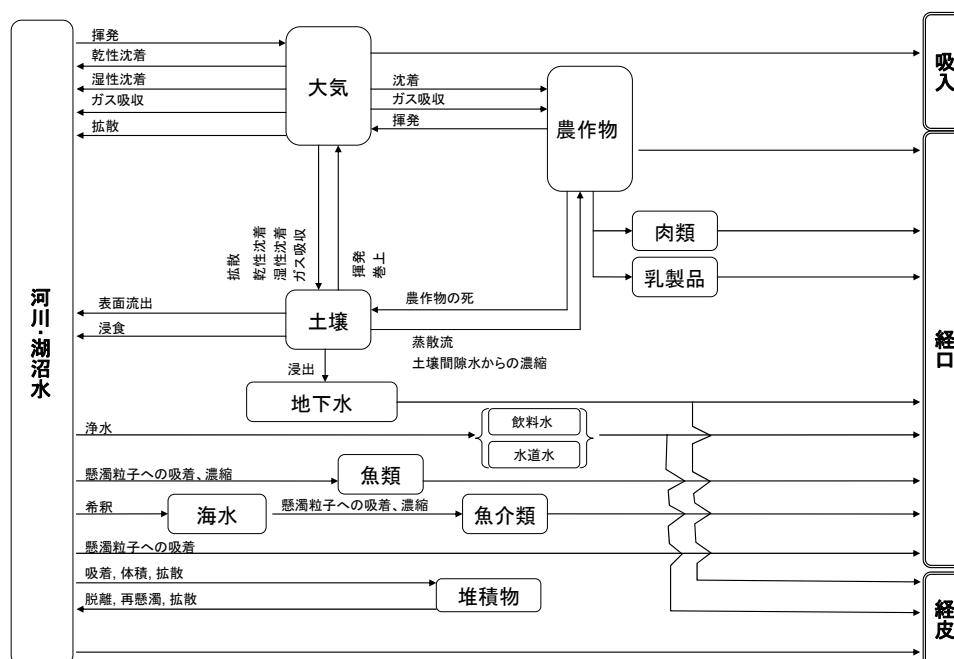


図9 詳細な曝露経路と関連する物理化学現象の例

5-3. 高懸念物質のライフサイクルリスク評価に必要な情報整備と考え方の構築

本サブテーマ研究では、国内外の先行事例の考え方も参考に、ライフサイクルリスクの評価に必要な情報の検討、情報の収集方法の検討等を行い、またサブテーマ1および2の研究参画者と連携するとともに、収集した情報を活用して、高リスクであることが懸念される物質を選定し、具体的な事例を検討しながらライフサイクルリスクの評価方法の考え方を構築した。本評価手法は、フィジカルリスクおよび短期・長期毒性まで考慮した、従来の研究では考慮されていないミッシングリンクを繋げる新たな取り組みであり、化学物質のトータルリスク管理のために有意義な研究成果となると考えられた。

(1) 高懸念物質等のライフサイクルリスク評価に必要な情報の補完

HBCD のマテリアルフローをベースにライフサイクルリスク評価に必要なデータを整備し、評価事例として情報プラットフォームに搭載（公表）した。

PFOS については、半導体用途、めっき用途と泡消火剤用途について、産業界へヒヤリング等を行い、データを整理していた。

例えば、PFOS については、水溶性液体用消火剤、水性膜泡消火剤、フッ素蛋白消火剤

に使用されており、地下駐車場、飛行場、指定可燃物貯蔵施設や石油備蓄基地などの危険物貯蔵施設で保管されている。日本消防検定協会の泡消火薬剤申請数（1963～2006年）及び泡消火薬剤中のPFOS推定含有率（POPRC3 Annex F）からPFOSの推定ストック量は2005年において220トンと推定されたが、廃棄及び火災や点検で消費される量は情報が得られなかったことから考慮されていない。一方、（独）製品評価技術基盤機構は現在のストック量を148.8トン、排出係数を1.8%としてリスク評価を実施している。これらの公表情報からPFOSのマテリアルフローを図10のように作成した。なお、一部の用途を除いて排出量に関する定量的な情報は得られなかった。

PFOS代替物質に関する情報としては、PFOAが米国EPAの規制対象とされたことから、PFOS関連物質の界面活性剤は $C_5F_{11}COOH$ 関連物質へ、PFOS関連物質のポリマーは $C_6F_{13}C_2H_4OH$ 関連物質のポリマーが検討されていることが分かった。

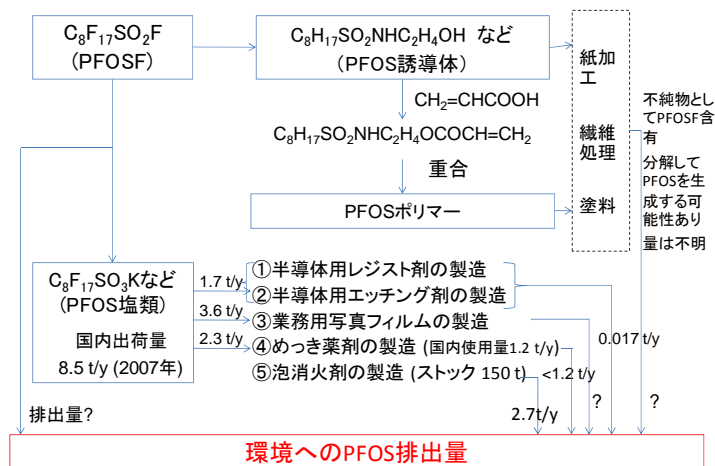


図10 PFOSマテリアルフロー

(2) 曝露評価（定常/非定常）シナリオ・手法の活用と課題抽出

情報データベースから入手可能なハザード及び曝露情報とリスクアセスメントツールからライフサイクル評価の手順を検討し、対象物質（HBCDとPFOS）について適用、確認を図11のように行った。集めた情報やツールの選択と活用方法について検討することで今後の課題や更なる情報の必要性を明確にすることができた。

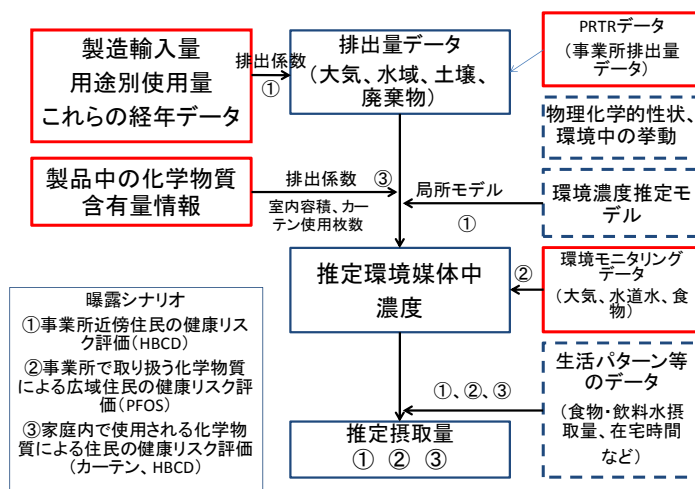


図11 曝露評価の基点情報とツール

(3) ライフサイクルリスクの評価適用事例作成とその評価手法の検討

評価対象物質（HBCD）の製造から使用製品（断熱材）の製造・廃棄に至るライフサイクルにおける HBCD の排出量を今後の廃棄方法のシナリオ別に推計し、最適な処理方法について考察した。HBCD の排出量検討結果の例を図 1 2 に示す。これらの評価適用事例作成によって得られたノウハウとライフサイクル評価に必要な考え方を整理し、手法としてまとめてテクニカルガイダンスを作成した。

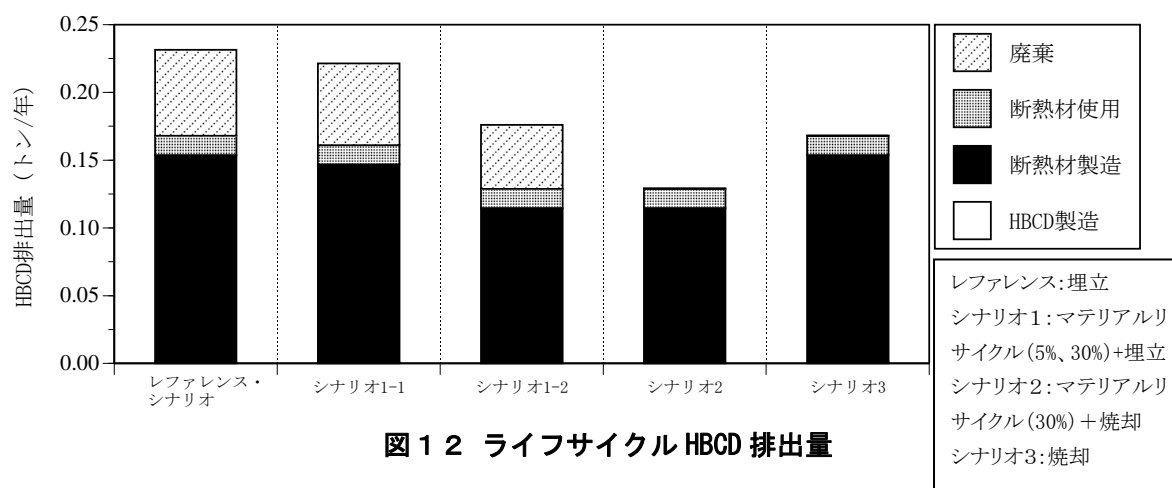


図 1 2 ライフサイクル HBCD 排出量

6. おわりに

化学物質のリスク情報については、海外で様々な取り組みがある。また、国内においても各省庁で管轄する範囲において、化学物質の様々な利用形態に応じて、フィジカルリスクから健康リスク、生態系へのリスクなど、多様なリスクについて評価、管理、情報の整備が進められている。本プロジェクトは、「2020年までに化学物質の製造と使用による人の健康と環境への悪影響の最小化を目指す」こととする SAICM なども視野に入れて、化学物質のライフサイクルに亘るトータルリスクについて、どこまでの評価対象について、どこまでその評価を行えるのかを、分野横断的に検討を試みて、前述のような成果を得ることができた。

これまでにも、関係省庁や自治体、関係業界団体や企業の方々、消費者団体の方々など、多くの方々のご協力をいただいたが、今後も引き続き情報発信などを推進することとしており、益々のご支援をいただければ幸いである。