

平成30年度戦略的研究 開発課題(S-17)

災害・事故に起因する 化学物質リスクの評価・管理手法の 体系的構築に関する研究

Study on chemical risk assessment and management system
as disaster and emergency response



国立環境研究所環境リスク・健康研究センター
センター長 鈴木規之

近年の化学物質による環境汚染事故

危険物施設における火災及び流出事故が近年増加(出典:平成27年消防白書)

第1-2-1図 危険物施設における火災及び流出事故発生件数の推移



米ウェストバージニア州エルク川水源に化学薬品(4-メチル-1-シクロヘキサンメタノール)流出、非常事態宣言(2014年1月)



中国天津におけるシアン工場爆発事故(2015年2月)



<http://jp.wsj.com/articles/>

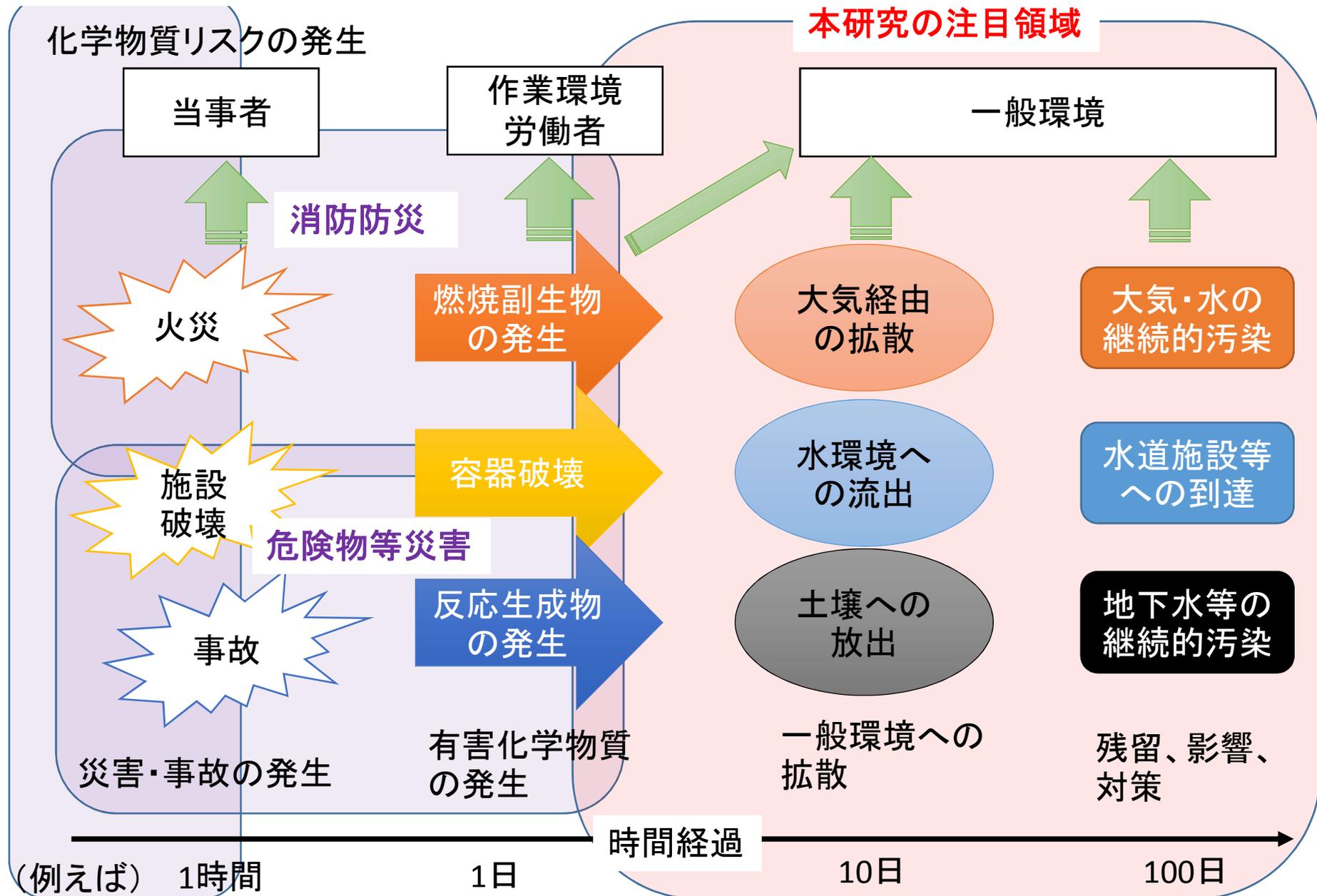
スペインカタルーニャ州、バルセロナの都市、イグアラダで硝酸、塩化鉄を扱う化学工場が爆発(2015年2月)



<http://karapaia.com/archives/52184814.html>

本研究が注目する研究領域

防災基本計画



災害・事故時における化学物質リスク管理で考えられる諸課題

	平常時	異常発生	一般環境への 拡散	汚染の継続
事前の情報把握・共有、基礎的検討 ⇒テーマ1,4	化学物質の基礎情報(物性、毒性など)や取扱量・保管量の把握 社会における強靱な対応力の強化			事故・対応事例の 新規蓄積とDB化 将来へのフィード バック
影響・拡散予測 異常検知 ⇒テーマ2	災害・事故での漏 出・発生シナリオの 策定	注意喚起、ハザード マップの策定	可搬型装置、迅速 分析による把握	実験室分析による 対策範囲、方針の 特定
	平常時のモニタリン グに基づく異常検 知手法の基礎の整 備	異常状況の迅速把握と異常検知手法の 開発 大気・水質・多媒体の拡散予測手法、モデ ルの開発		漏出予防と監視技 術の開発
調査による状況把 握 ⇒テーマ3	ベースラインの把握	迅速検知や可搬型 装置による周辺状 況の迅速把握	速やかな網羅分析 による状況の迅速・ 正確な把握	バイオマーカーなど のモニタリング、 フォローアップ監視
リスクの評価 ⇒テーマ1	急性毒性、亜急性 毒性、慢性毒性情 報の集積	現場作業者の保護 作業環境の評価	非定常環境の影響 評価	長期影響の監視 新たな影響の知見 集積
行政対応、対策の 実施 ⇒テーマ4	環境部局と防災、 消防・警察等の行 政部局との連携体 制の構築	緊急対応の分担・ 連携の体制整備	災害・事故時の情 報伝達、クライシス コミュニケーション の実施	対策技術の開発、 対策計画の策定

災害・事故時における化学物質リスク管理及び研究の課題 - 時間経過と課題の位置づけ



(例えば)

1時間

1日

10日

100日

	事前		事後対応		一般環境への拡散		汚染の継続	
	事項	内容	事項	内容	事項	内容	事項	内容
災害・事故の異常検知と迅速な対応力の科学 ⇒テーマ2			災害・事故等の発生を速やかに検知	災害・事故等による環境汚染の迅速検知と予測手法				
災害・事故後の汚染状況の網羅的な把握の科学 ⇒テーマ3			影響の及ぶ範囲や重篤度を迅速に予測	大気拡散、水質拡散、多媒体拡散の予測手法	対策範囲や種類の迅速な確定	拡散予測と近隣人口など影響予測の統合化		
現地行政を中心とする対応力強化の科学 ⇒テーマ4	化学物質の発着情報、所在、量等を把握	取扱量や所在量の把握を可能とする行政機関の横断的連携			大気経由を中心とする汚染状況を速やかに把握	揮発性・中揮発性物質等の網羅的迅速分析手法	拡散してしまった汚染の収束・処理	拡散・残留物質の除去対策技術の検討
すべての時間経過の中で共通に必要なとされる科学 ⇒テーマ1	状況の推移する非常状態での管理目標の設定	非常状態におけるリスク評価手法	評価手法、予測手法、分析手法、行政対応力を迅速に検索	DBTP等、リスク評価手法、行政対応力を迅速に検索し得る統合リスク管理基盤	最も効果的な対策オプションを考察するための強靱なリスク管理の体制論	災害・事故等における強靱なリスク管理の体制	被災者あるいは被災の懸念される個人の曝露を迅速また包括的に把握	個人曝露の迅速把握観測・分析技術

異常・事故対応

事前準備

対策の実施

リスク管理基盤の構築、経験のフィードバック

課題

災害・事故時における化学物質リスク管理及び研究の課題 - 4テーマの成果と集約→行政貢献



(例えば) 1時間 1日 10日 100日

	事前		事後対応		10日		100日	
	事項	内容	事項	内容	事項	内容	事項	内容
災害・事故の異常検知と迅速な対応力の科学 ⇒テーマ2			災害・事故等の発生を速やかに検知	災害・事故等による環境汚染の迅速検知と予測手法	一般環境への拡散		汚染の継続	
災害・事故後の汚染状況の網羅的な把握の科学 ⇒テーマ3			影響の及ぶ範囲や重篤度を迅速に予測	大気拡散、水質拡散、多媒質汚染予測手法	一般環境への拡散		汚染の継続	
現地行政を中心とする対応力強化の科学 ⇒テーマ4			事象発生後速やかかつ網羅的に現地の汚染状況を把握	可搬型迅速分析手法	一般環境への拡散		汚染の継続	
すべての時間経過の中で共通に活用される科学 ⇒テーマ1			必要な		一般環境への拡散		汚染の継続	

課題

PRTR等の現地行政を支援する情報基盤

可搬・設置の迅速分析手法群

影響予測の統合プラットフォーム

対策技術と監視

すべての手法を横断的に検索・活用可能な統合リスク管理基盤

行政・現地・対策実施者・消防等外部機関などすべての者が災害・事故時の化学物質リスク管理に活用可能な基盤を提示

災害・事故時対応の分野別時系列対応とサブテーマ課題の配置

	平常時	異常発生	一般環境への 拡散	汚染の継続
事前の情報把握・共有、基礎的検討 ⇒テーマ1,4	1-1 シナリオ開発 4-1 化学物質情報、取扱量	1-2 対策オプション 費用対効果・合意形成		1-1 統合的リスク管理基盤
影響・拡散予測 異常検知 ⇒主にテーマ2	1-1 シナリオ開発 統合的リスク評価基盤	2-4 迅速予測手法の統合 プラットフォーム	2-3 大気・水質・多媒体の 拡散予測 3-1 可搬型分析装置	4-2 残留物質の包括監視
	2-1 平常時からのモニタリングに 基づく異常検知	2-2 迅速モニタリング手法 2-3 大気・水質・多媒体の拡散予測手法		2-4 統合プラットフォームへの 蓄積による異常検知 への備え
調査による状況把握 ⇒主にテーマ3	3-2 中揮発性物質の網羅分析法 3-3 難揮発性物質の網羅分析法	3-1 可搬型分析装置の開発	3-2 中揮発性物質の網羅分析法 3-3 難揮発性物質の網羅分析法	4-2 残留物質の低コスト包括監視
リスクの評価 ⇒テーマ1	1-1 既存情報のDB化 優先懸念物質リスト	1-4 曝露量の迅速把握	1-3 非定常リスクの評価手法	1-4 バイオマーカーなどの フォローアップ監視
行政対応、対策の実施 ⇒主にテーマ4	4-1 PRTR等の地域情報基盤の構築	1-1 統合的リスク管理基盤の行政応用	4-1 環境部局と消防、防災、警察等との連携	4-3 残留汚染の対策技術

本研究課題の全体構成（案）

テーマ1

災害・事故に対する化学物質リスク管理基盤の構築
(テーマリーダー候補: 鈴木規之(国立環境研究所))

課題1-1: 災害・事故での非定常状態のリスク評価手法の開発とリスク管理基盤の構築による総括
課題1-2: 災害・事故等のリスク管理における対策オプションの評価に関する研究
課題1-3: 非定常状態における健康リスク評価手法の基礎的検討
課題1-4: 災害・事故等の非定常状況下における曝露量把握手法に関する研究

課題3-1: 多成分同時分析を可能とする可搬型分析装置の開発
課題3-2: 災害・事故等で懸念される物質群のうち中揮発性物質に対する網羅的分析技術の開発と拡充
課題3-3: 災害・事故等で懸念される物質群のうち難揮発性物質に対する新規網羅分析手法の開発

テーマ3

速やかかつ網羅的な化学物質把握のための分析手法の開発
(テーマリーダー候補: 井ノ上哲志(堀場製作所))

テーマ2

災害・事故における異常検知と影響予測手法の開発
(テーマリーダー候補: 浅見真理(国立保健医療科学院))

課題2-1: 災害・事故時の非定常環境汚染の異常検知と影響予測に関する研究
課題2-2: 水質事故迅速モニタリング手法の開発と拡充
課題2-3: 災害・事件事象に対応する迅速拡散予測手法の開発
課題2-4: 迅速予測手法の統合プラットフォームの開発

課題4-1: 災害・事故時に活用可能な情報基盤の整備
課題4-2: 災害・事故発生後に環境中に残留する化学物質への対策実施と継続監視のためのモニタリング手法開発
課題4-3: 残留化学物質の除去対策技術の開発

テーマ4

災害・事故への対応力強化に関する研究
(テーマリーダー候補: 中村智(大阪府立環境農林水産研))

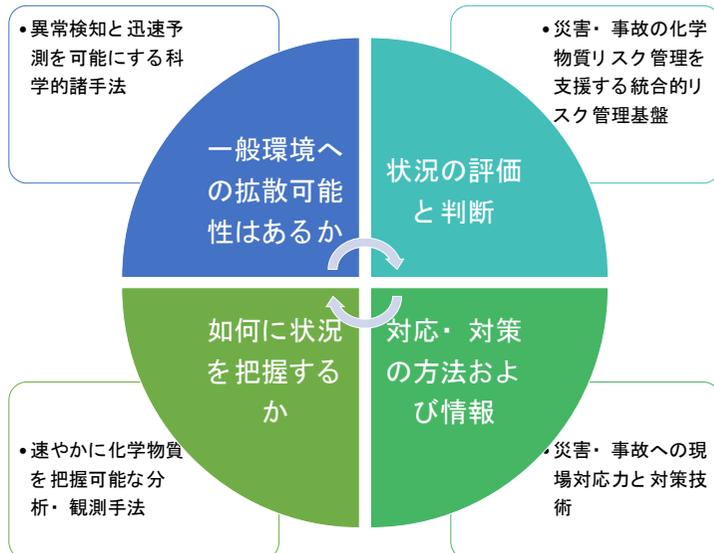
研究の全体目標と個別目標

全体目標

- 災害・事故で想定し得る非定常環境における異常検知の手法、迅速及び網羅的分析法、拡散予測の手法、曝露及びリスク評価の科学的手法を確立する
- 化学物質の基礎情報（物性、毒性等）や化学物質の所在と排出可能性の情報を整備するとともに、リスク管理対策の有効性の評価などの行政・社会的手法を確立し、科学的手法とあわせて活用可能な統合リスク管理基盤として提供する

個別目標

- ✓ 災害・事故にもなつて想定される非定常的な環境リスクに対する曝露把握とリスク評価手法の開発
- ✓ 排出シナリオ、対策オプションの有効性の検討を行い、また各テーマの成果を統合して活用可能な、統合リスク管理基盤の構築
- ✓ 連続監視等からの異常検知による災害・事故への対応のためのデータ解析、迅速検知及び判断手法の確立
- ✓ 災害・事故に伴つて想定される大気、水質、多媒体の汚染拡散の予測手法とその統合プラットフォームの開発
- ✓ 可搬型かつ十分な感度と網羅性を有し、多成分を測定可能な分析装置の開発
- ✓ 災害・事故後速やかに展開可能かつ物性に幅のある物質群をカバーする網羅分析手法の開発
- ✓ PRTR等既存情報に基づき化学物質の所在や潜在的排出可能性を事前及び迅速に提供できる情報基盤の整備
- ✓ 災害・事故後に環境中に残留する化学物質の監視手法と除去対策技術の開発



テーマ1：災害・事故に対する化学物質リスク管理基盤の構築

テーマリーダー候補：国立研究開発法人国立環境研究所 環境リスク・健康研究センター センター長 鈴木規之

成果目標

- プロジェクト全体の総括、非定常リスクの評価手法、管理オプションと管理戦略の構築

災害・事故に伴う化学物質の漏出・発生等の事象は、時間とともに大きな変動を持つ可能性が高く、また、平常時であれば漏出等の可能性の少ない使用形態の物質であっても環境中に排出される可能性や平常時とは異なる曝露形態の可能性が考えられる。テーマ1では、**非定常的なリスク因子に対するリスク評価手法の構築**と管理の方向性、**影響の観点からの曝露把握手法**を明らかにする。また、多様な形態が想定される災害・事故に伴う化学物質に関する**リスク管理オプションの有効性**を検討し、これらを総合する**リスク管理基盤の構築**を通じて**施策形成の基礎知見**を提供する。

サブテーマ構成

- 1-1. 災害・事故での非定常状態のリスク評価手法の開発とリスク管理基盤の構築による総括
- 1-2. 災害・事故等のリスク管理における対策オプションの評価に関する研究
- 1-3. 非定常状態における健康リスク評価手法の基礎的検討
- 1-4. 災害・事故等の非定常状況下における曝露量把握手法に関する研究

災害・事故に対する化学物質リスク管理基盤の構築

災害・事故での非定常状態のリスク評価手法の開発とリスク管理基盤の構築による総括(1-1)

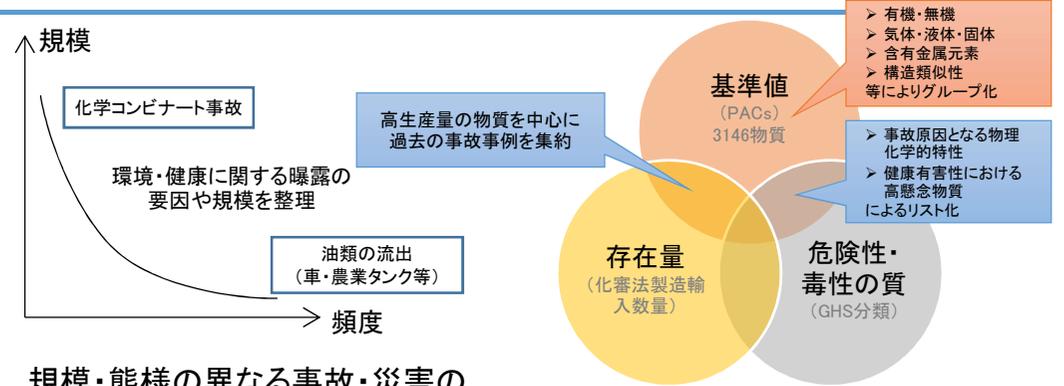
災害・事故等のリスク管理の効果的かつ強靱な対策オプションに関する研究(1-2)

非定常状態における健康リスク評価手法の基礎的検討(1-3)

災害・事故等の非定常状況下における曝露量把握手法に関する研究(1-4)

1-1. 災害・事故での非定常状態のリスク評価手法の開発とリスク管理基盤の構築による総括

- ✓ さまざまに異なる事故および物質に対する**漏出シナリオ、化学物質等の排出シナリオ**を策定し、また、予測手法を構築して、曝露可能性を例えば確率論的リスク評価手法（PRA手法）等で推定可能とするための検討
- ✓ 異なる規模や特性の事故・災害に対して、**有害性情報と各テーマの成果を統合するリスク管理基盤**を構築し、異なる特性を持つ事象への対応の方向性、優先度設定を提示できるように検討



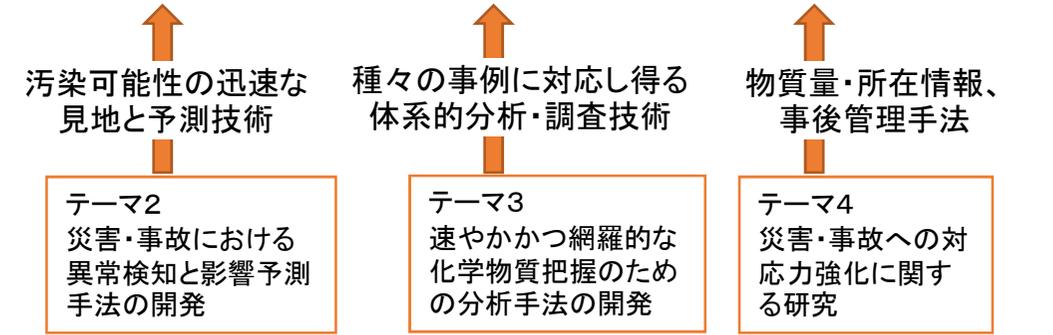
規模・態様の異なる事故・災害の過去事例の解析によるシナリオ構築と管理戦略の検討

有害性情報データベースの構築

災害・事故での非定常リスクに対する評価・管理手法

- 1-2: 災害・事故等のリスク管理の対策オプション
- 1-3: 非定常時の健康リスク評価手法の基礎的検討
- 1-4: 災害・事故等の非定常状況下での曝露量把握手法

災害・事故時における統合的リスク管理基盤

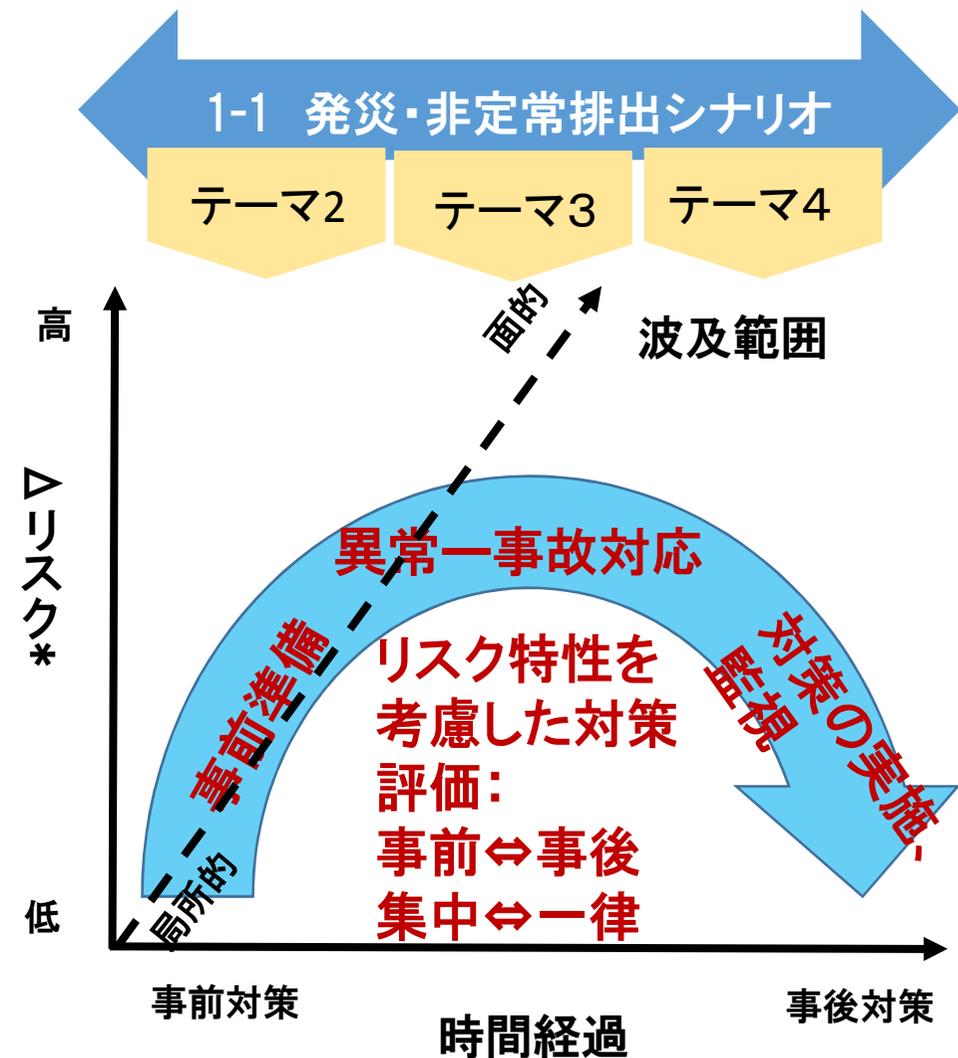


これにより、テーマ2~4の成果を統合・蓄積して異なる性質の災害・事故へのリスク管理基盤を構成

1-2. 災害・事故等のリスク管理における対策オプションの評価に関する研究

- 小規模分散的な、または大規模集中的な、さまざまに異なる災害・事故の潜在的リスク要因に対して、可能な対策オプションのあり方を検討し、その費用対効果を検討
- 火災、流出、地震等自然災害など異なるリスク発生原因に対する対策オプションのあり方を検討し、費用効果及び合意形成の観点からマネジメントの方向性を検討

これにより、災害・事故の原因、規模、事象の性質などに対応する対策オプションの有効性を示し、リスク管理戦略の構成への情報を提供



*△リスク: 対策効果

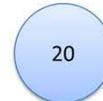
1-3. 非定常状態における健康リスク評価手法の基礎的検討

- 災害・事故等の非定常事象で想定される**時間とともに変動する曝露要因の健康リスク**に関する実験的評価手法・指標を検討
- **曝露量**が変動する場合や**付加的曝露**が発生した場合等の影響を検討し、テーマ1-1と協調して非定常状態における健康リスクの評価手法の基礎を構成



これにより、非定常な曝露スキームに対応するリスク評価手法の基礎知見を形成し、リスク評価手法を構築

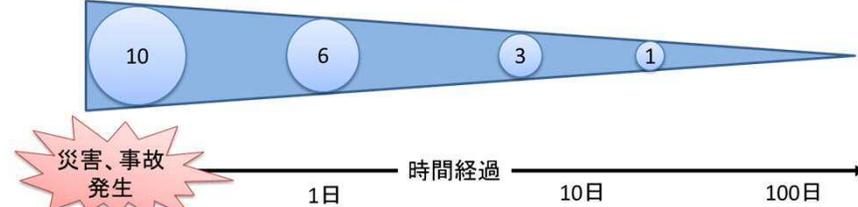
A. 急性毒性(高用量、単回曝露)



B. 中・長期毒性(中程度一定用量、反復曝露)



C. 曝露量が変動する場合の毒性

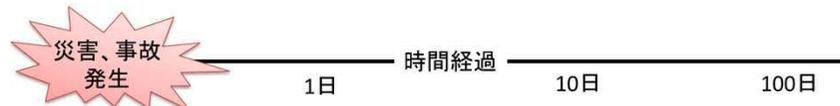


曝露量の変動が与える健康影響の評価

A. 単回曝露(曝露歴なし)



B. 再曝露(曝露歴あり) 災害、事故経験者を想定



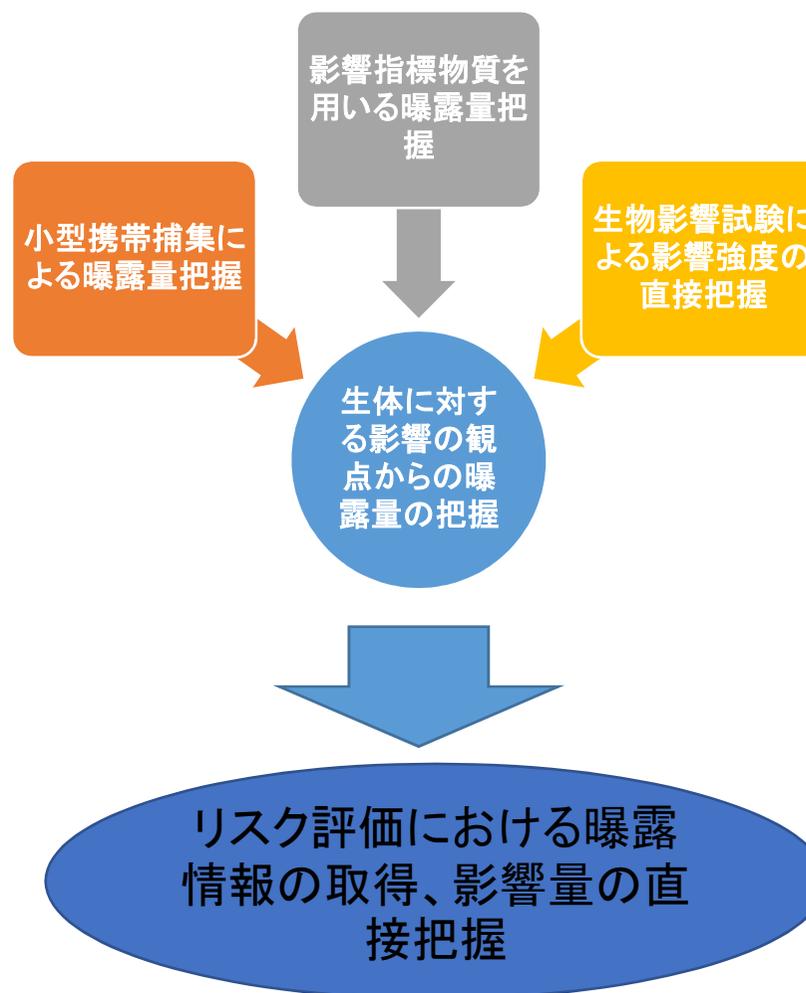
曝露歴の有無が与える健康影響の評価

1-4. 災害・事故等の非定常状況下における曝露量把握手法に関する研究

- 災害・事故等の非定常状況下における化学物質曝露の状況を迅速に把握し、リスク評価に活用するための**曝露把握手法**の開発
- 生体への**影響の観点から曝露量を迅速に把握**するために、災害・事故等の非定常環境下での影響が大きい曝露経路を統合的に把握する手法について検討



生体に対する曝露および影響の観点から曝露量を迅速に把握する手法を構成し、サブテーマ1-1、1-3等におけるリスク評価のための曝露知見を直接的に取得する手法を開発



テーマ2：災害・事故における異常検知と影響予測手法の開発

テーマリーダー候補：国立保健医療科学院 生活環境研究部

上席主任研究官 浅見真理

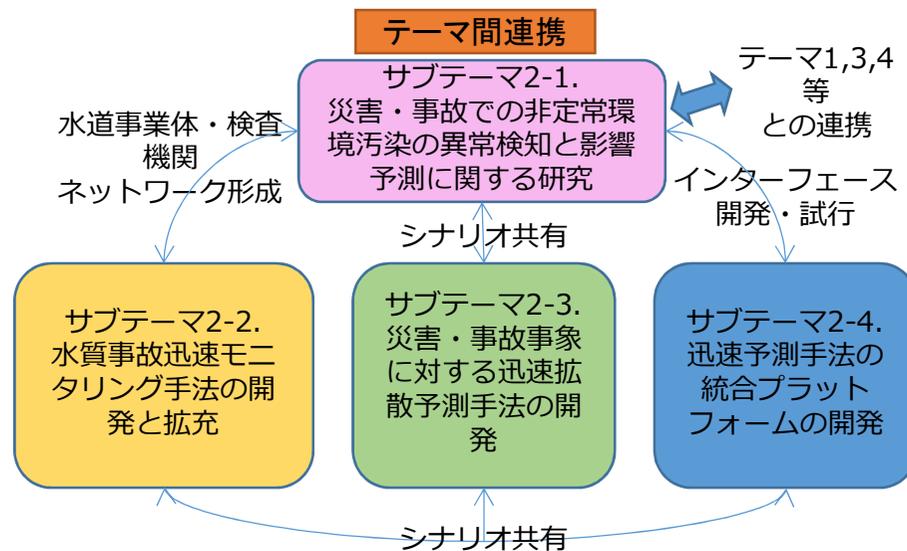
成果目標：水質事故や化学物質爆発事故、地震災害等における環境の異常検知と影響予測に関する手法の開発を行う。1) 非定常状態の汚染について、連続モニタリングの異常検知の手法検討を行い、関係者らのネットワークにより情報共有を行うと共に、2) 実際の試料の迅速モニタリング、3) 迅速な影響予測、4) 周辺情報等と統合し不確実性解析等が実施できるプラットフォームを開発する。

2-1. 災害・事故での非定常環境汚染の異常検知と影響予測に関する研究

2-2. 水質事故迅速モニタリング手法の開発と拡充

2-3. 災害・事件事象に対する迅速拡散予測手法の開発

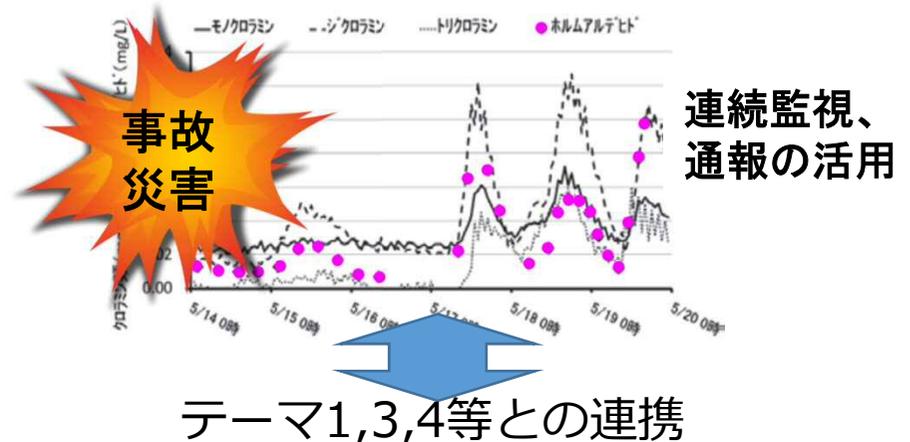
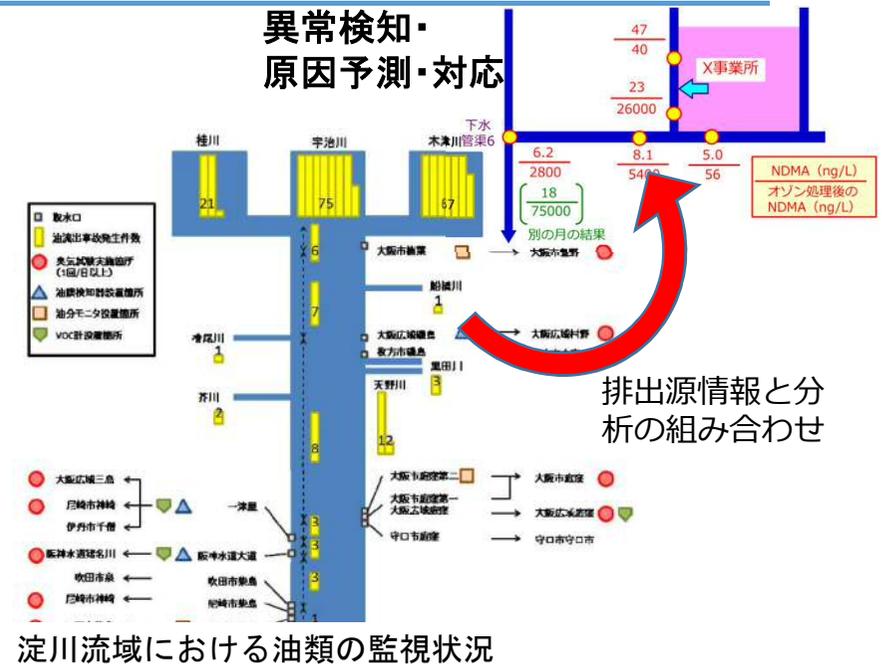
2-4. 迅速予測手法の統合プラットフォームの開発



2-1. 災害・事故時の非定常環境汚染の異常検知と影響予測に関する研究

- 化学物質に関する水質事故等の事例を集積し、連続モニタリングのデータ等から災害・事故の端緒情報となる異常を検知し原因を予測する手法を開発
- 関係者らの情報共有によりネットワークを強化し、曝露量の推定と影響予測を可能とするための監視手法の最適化及び情報共有手法を開発

端緒情報から災害・事故の原因を予測する経験的知見を集積し、応用可能な方法を構成する。また、予測結果から曝露量の予測に結びつける方法論を開発

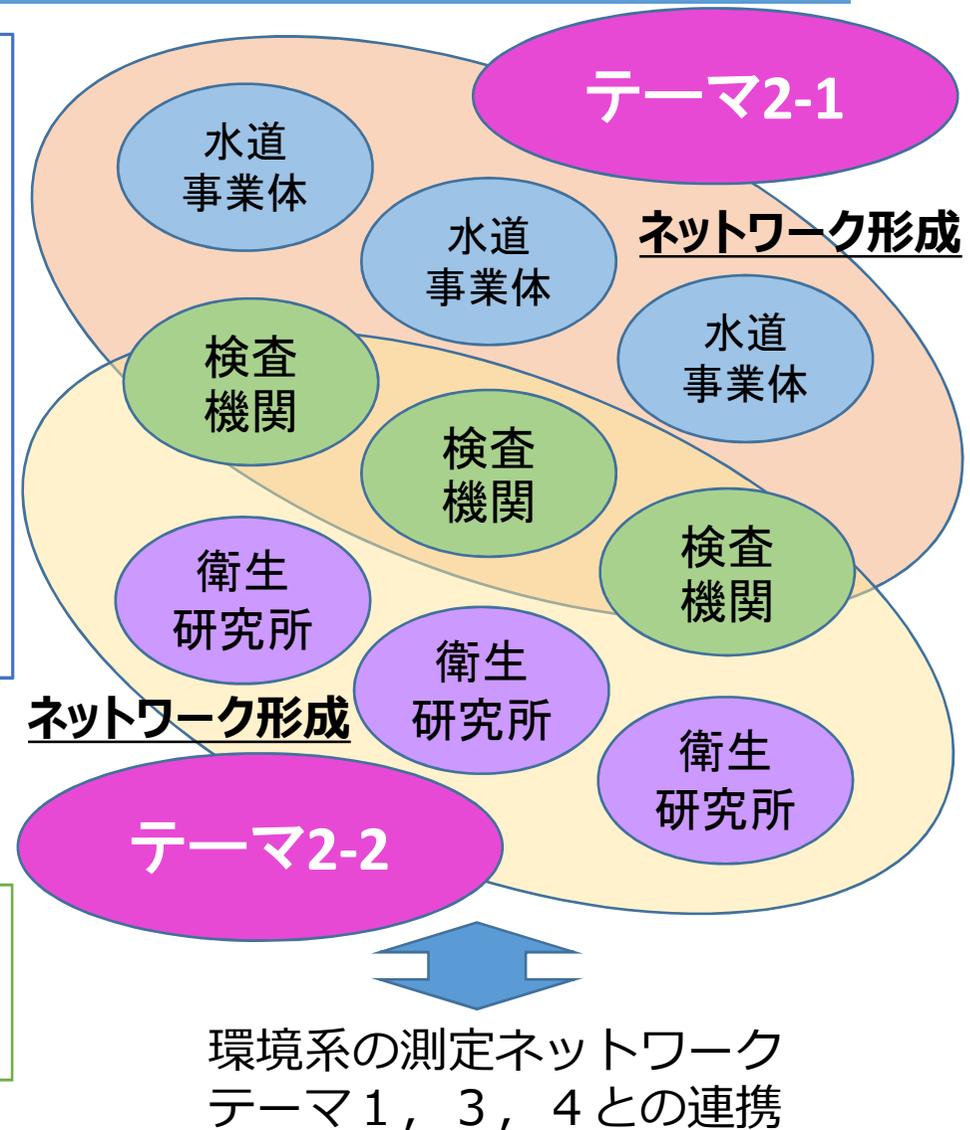


2-2. 水質事故迅速モニタリング手法の開発と拡充

- 水質事故の端緒情報を、**広範囲の物質に対して迅速**（例えば数時間～1日以内）に取得することを可能にするためのモニタリング手法を開発するとともに、その**検査精度および適用可能性**について検証
- 水質事故発生時に**端緒情報の迅速解析結果を即座に共有**できる基盤を整備



水質等の監視機関とのネットワークにより情報共有するための**迅速モニタリング手法を開発**



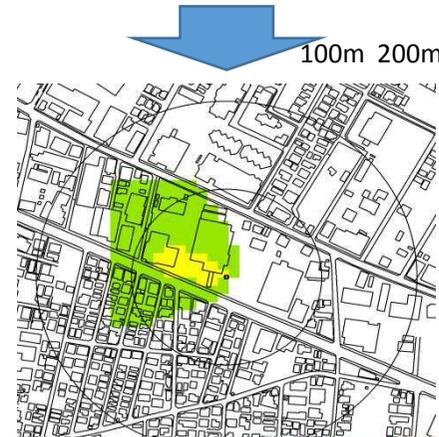
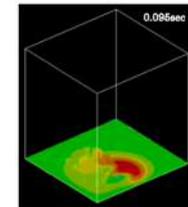
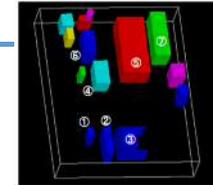
2-3. 災害・事件事象に対応する迅速拡散予測手法の開発

- 事故あるいは災害による事故的排出によって主に**大気拡散する汚染状況の迅速予測スキーム**を開発
- 代表的な汚染物質排出シナリオについて、予測に必要なデータを整備し、事故後数時間から数日間の影響濃度をモデル的に計算
- 水域汚染についても最適な時空間解像度に対応した移流拡散モデル、副生成物等を考慮した化学反応モデル等の必要性を検討するとともに、これを迅速に予測する手法を開発

サブテーマ2-4の統合プラットフォームに導入

入力データ

- 評価対象物質 (対象物質の物性, 毒性データ)
- 災害規模 (漏洩位置, タンク圧, タンク容量)
- 気象データ (風向, 風速, 大気安定度等)

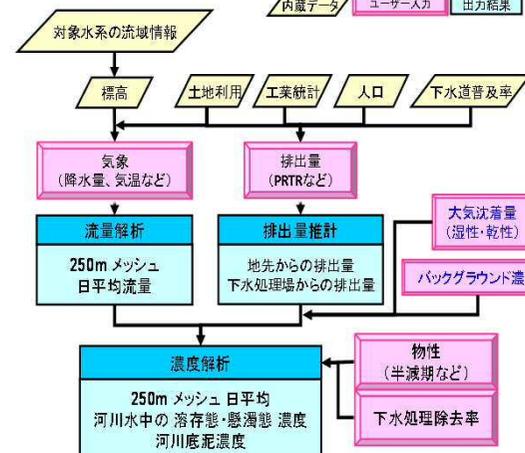


影響範囲と濃度の特定

敷地境界外への影響の判定, 避難の有無や避難人数推定等, 対策策定のための情報を出力

既存モデルの検討課題例

- 対象範囲および計算期間
- 空間解像度および時間解像度
- 右岸と左岸での影響予測 → 平面2次元移流拡散解析の必要性
- 対象物質の範囲
 - ・副生成物等を考慮した**化学反応モデル**の必要性
 - ・疎水性物質の油類の場合、①ラグランジュ型の水質予測②風の影響、③油特有の拡散現象などを考慮したモデルの必要性



2-4. 迅速予測手法の統合プラットフォームの開発

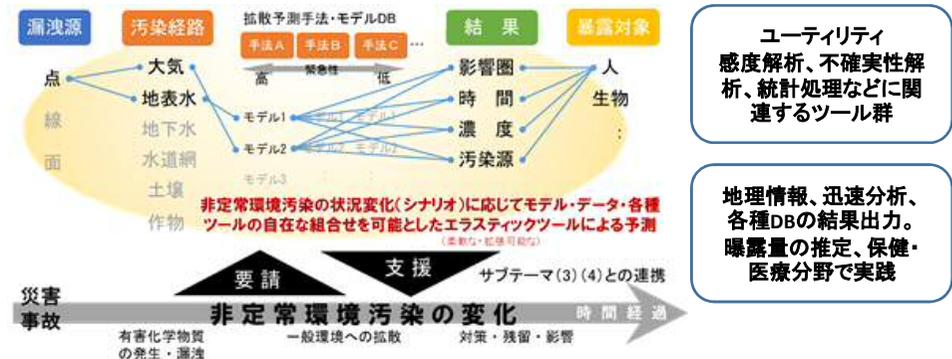
- 物質等の時空間拡散に関連した国内外における**既存予測モデル・手法**ならびに**利用可能データ**の情報を収集し、化学物質事故に適合させるための**情報整備と開発**
- 具体例としては、MERLIN-Expo (EU)、FEAT (国連)、等
- 予測手法統合プラットフォームを開発
- 環境評価とともに、医学・疫学・救急などの**保健・医療分野での実践的視点**での検討も含む

例: MERLIN-Expo (EU) の概念図

(Suciu N, et al. Science of the Total Environment, 2016)



統合プラットフォームのイメージ



多媒体でのモデル、迅速予測、統計的な視点からの**感度解析**、**不確実性解析**などさまざまな要因影響を加味して**横断的に統合**し、必要な情報の結果を提示するプラットフォームを構築

テーマ3：速やかかつ網羅的な化学物質把握のための分析手法の開発

テーマリーダー候補：株式会社 堀場製作所 環境プロセス開発部
部長 井ノ上 哲志

成果目標「可搬型迅速分析装置および試料捕集手法の開発、設置型迅速・網羅的分析手法の開発」

- 災害、事故時に発生が**想定される有害化学物質**に対して、実例および仮想的事例に対する検証調査を実施し、分析可能分子種に基づくリスク評価を行い可搬型分析装置への応用への可能性を検討する。それらの物質および想定される濃度において十分な感度と網羅性を有しかつ比較的**容易に速やかに測定（事故後例えば1～2日）**が可能なる可搬型分析装置の開発を行う。
- 事故等の発生直後に調査担当部局において速やかに実施可能な**（事故後例えば1～数日）**簡易に実施可能かつ**網羅的スクリーニング分析法**を開発する。
- 対象物質や状況に応じて柔軟に対応可能な**動的分析システムの構築**と実際または仮想的な実例に対する**適用可能性研究**を実施する。
- 流出事故等で経験される**親水性物質**等の分析困難物質に対する**新たなスクリーニング段階分析**の手法開発を行う。
- 新規手法の**調査担当部局**における対応を可能とするための適用可能性研究を実施し、サブテーマ3-2. と統合しての**運用可能性**を検討する。

3-1. 多成分同時分析を可能とする**可搬型分析装置**の開発

3-2. 災害・事故等で懸念される物質群のうち中揮発性物質に対する網羅的分析技術の開発と拡充

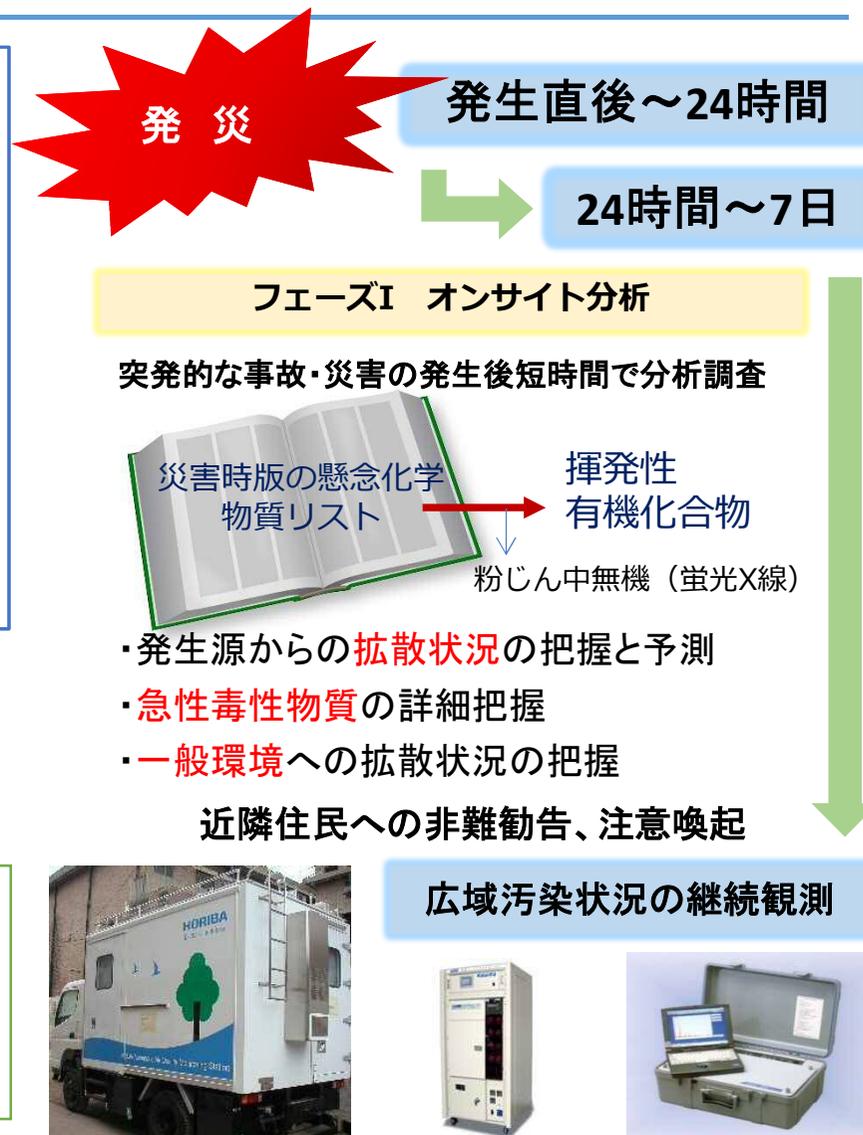
3-3. 災害・事故等で懸念される物質群のうち難揮発性物質に対する新規網羅分析手法の開発

3-1. 多成分同時分析を可能とする可搬型分析装置の開発

- ◆ 災害・事故時にリスク要因となる可能性の高い主に**揮発性有機化合物**群を可搬型かつ十分な感度と網羅性をもって一括**同時分析**するための可搬型分析装置を開発
- ◆ 災害・事故等の実例および仮想的な事例に対する検証調査を実施し、装置の改善と分析可能分子種に基づく**リスク評価**可能性を検討



分析可能分子種に基づくリスク評価をもとに、十分な感度と網羅性を有しかつ比較的容易かつ速やかに測定が可能な可搬型分析装置を開発



3-2. 災害・事故等で懸念される物質群のうち中揮発性物質に対する網羅的分析技術の開発と拡充

◆ 中揮発性物質は吸入曝露に至る可能性が高いため、これらの物質を対象に、事故等の発生直後に調査担当部局において簡易かつ数日内に実施可能な**網羅的スクリーニング分析法**を開発

◆ 対象物質や状況に応じて迅速かつ柔軟に対応可能な**動的分析システムの構築**と実際または仮想的な実例に対する**適用可能性研究**を実施

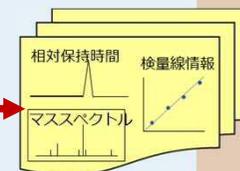


災害・事故で懸念される中揮発性物質について、可能な限り網羅的に把握し得るスクリーニング段階および精密分析段階の分析技術を確立

発 災

フェーズI オンサイト分析

フェーズII スクリーニング分析



疎水性有機化合物

1インジェクション、標準物質不要
で同定定量可能なシステム

- ✓ 装置非依存性
 - ✓ 実試料による検証
- (現地自治体等の一次スクリーニングでの活用を視野)

**災害時版簡易迅速スクリーニング分析法
(GC/MS-AIQS)**

フェーズIII 精密分析と現地支援

精密・確定分析

- ✓ GC/QToFMSを用いた
多段階精密質量による高精度同定法開発

動的分析・対応システム

- ✓ Web上で利用可能なAIQSの開発
- ✓ 専門家によるアドバイスWeb会議システム
- ✓ 事故対応事例、平時データ等の集積・検索システム
- ✓ 演習



被災地
・スクリーニングデータ
・相談

・解析結果、アドバイス

簡易解析ツール
各種データ

フェーズ0 平時・事前準備

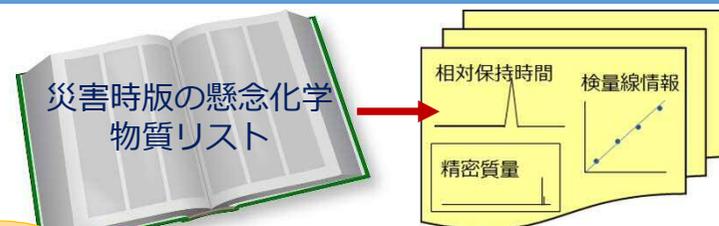
テーマ1等に分析
システム情報を提供

3-3. 災害・事故等で懸念される物質群のうち難揮発性物質に対する新規網羅分析手法の開発

◆製造・使用の状況や流出事故等で懸念される化学物質群のうち、分析事例の少ない親水性物質等に対する新たなスクリーニング段階分析の手法開発

◆新規手法の調査担当部局における対応を可能とするための適用可能性研究を実施し、サブテーマ3-2と統合しての運用可能性を検討

災害・事故等で環境への流出が懸念される物質のうち、親水性成分等の難揮発性物質に対する網羅分析の可能性を拡張し、最終的にはサブテーマ3-2における網羅分析の一部として統合



特に 難揮発性物質 (親水性有機化合物)

LC版AIQSの開発
標準品不要、1インジェクションによる
同定・定量分析システムの開発

LC/TofMSによる高精度同定システムの開発
(精密・確定試験)

従来のMRM測定よりも誤同定の少ない高精度同定法



親水性化合物版全自動同定定量システムの構築 (LC/QTofMS)

分析法の構築(サブ3-2含め)

平常時における汚染状態の把握、蓄積

増水時、下水簡易放流時における異常検出
検証→リスク把握と緊急時対応力養成



調査担当部局との適用可能性研究

テーマ4：災害・事故への対応力強化に関する研究

テーマリーダー候補：地方独立行政法人大阪府立環境農林水産総合研究所 環境研究部 環境調査グループ グループリーダー 中村 智

成果目標

災害・事故に対処する情報基盤の整備ならびに事後に環境中に残留する化学物質のモニタリング手法・除去技術の開発

既存のP R T R届出データ等を活用して、化学物質の国内各地域での存在量を把握するための手法の確立及び情報基盤データベースを構築・地理情報化するとともに、環境と消防防災等部局・機関間での情報共有体制について検討する。また、災害・事故発生後、長期間にわたり環境中に残留する化学物質のモニタリング手法及び除去技術を開発する。

4-1. 災害・事故時に活用可能な情報基盤の整備

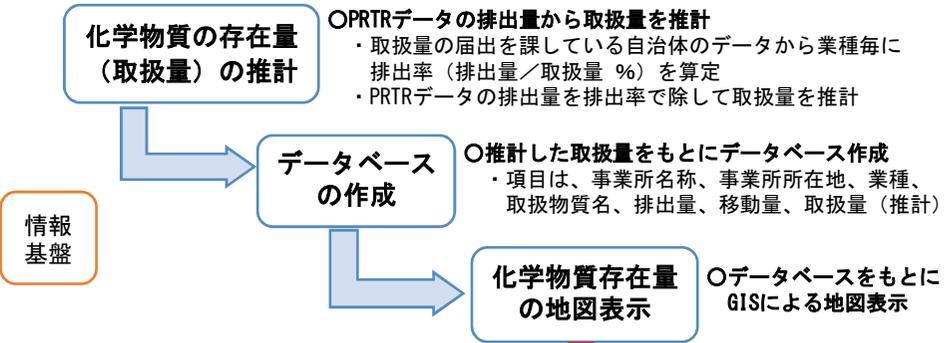
4-2. 災害・事故発生後に環境中に残留する化学物質への対策実施と継続監視のためのモニタリング手法開発

4-3. 残留化学物質の除去対策技術の開発

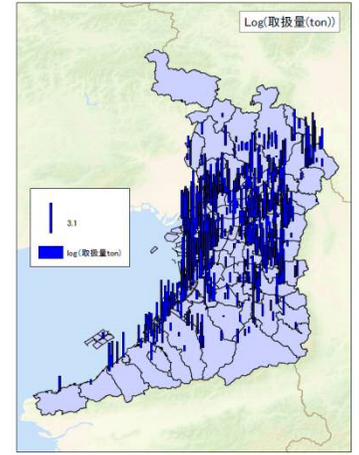
4-1. 災害・事故時に活用可能な情報基盤の整備

- ◆ 災害・事故等の対応において必要となる**化学物質の存在量**をP R T R等の既存データに基づき**推計する手法を開発**し、全国推計を実施
- ◆ 消防防災部局等との**連携体制の在り方の検討**を、サブテーマ4-2の長期モニタリング手法の開発やサブテーマ4-3.除去対策技術の開発も踏まえて実施

災害・事故対応において重要となる存在量を既存情報から推定可能とし、これによる全国推計の結果を情報基盤・GIS上に提示



主な業種	事業所数	排出量kg (合計)	取扱量kg (合計)	排出率 (排出量/取扱量)
2000 化学工業	182	316,322	1,926,863,218	0.02%
2100 石油製品・石炭製品製造業	22	59,273	1,683,863,500	0.00%
4400 倉庫業	15	53,017	311,863,200	0.02%
2900 一般機械器具製造業	43	303,072	81,648,319	0.37%
2700 非鉄金属製造業	50	124,581	54,139,650	0.23%
2600 鉄鋼業	32	387,522	33,350,190	1.16%
3000 電気機械器具製造業	41	56,678	16,070,168	0.35%
2800 金属製品製造業	182	964,300	16,020,050	6.02%
5132 石油卸売業	5	639	11,665,900	0.01%
1600 木材・木製品製造業	16	207,155	8,500,300	2.44%
2200 プラスチック製品製造業	43	193,270	7,724,190	2.50%
2500 窯業・土石製品製造業	22	73,364	4,816,060	1.52%
2300 ゴム製品製造業	17	64,399	1,430,900	4.50%
2980 医薬品製造業	20	17,411	1,153,900	1.51%
1900 出版・印刷・同梱産業	35	324,240	997,200	32.52%
3100 輸送用機械器具製造業	13	108,270	608,460	17.47%
3400 その他の製造業	7	18,400	429,600	4.28%
1200 食料品製造業	10	115,265	384,760	29.96%
1400 繊維工業	6	1,720	231,240	0.75%
1300 飲料・たばこ・飼料製造業	2	1,000	214,000	0.47%
1800 ハルブ・紙・紙加工品製造業	15	16,372	175,500	9.33%
3140 船舶製造・修理業、船用機器製造業	2	18,700	118,700	15.75%
7210 洗濯業	9	37,208	109,200	34.07%
1500 衣服・その他の繊維製品製造業	2	14	107,600	0.01%
1700 自動車修繕業	12	19,220	102,600	18.72%
9210 自然科学研究所	11	1,588	98,600	1.61%
3900 鉄道業	7	12,130	85,900	14.12%
3120 鉄道車両・同部分品製造業	6	30,726	75,300	40.80%
9140 高等教育機関	8	3,594	67,900	5.29%
1700 家具・装飾品製造業	11	274	33,700	0.81%
3230 医療用機械器具・医療用品製造業	5	3,126	23,000	13.59%
8820 商品検査業	5	450	15,700	2.87%
3200 精密機械器具製造業	2	5,600	9,500	58.95%
8830 計量証明業	2	0	9,100	0.00%
3600 ガス業	3	4,200	6,800	63.84%
8800 医療業	2	8	5,700	0.14%
8800 医療業	1	0	5,000	0.00%



大阪府におけるP R T R法対象物質の取扱量

初期対応

非常時の災害・事故で初期対応を担う消防防災部局等へのデータ支援
 二次災害の拡大防止及び消防活動の安全性を向上するため、自治体内の関係部局間で事業所が取り扱う化学物質に係る情報を相互共有する。
 → 連携によるリスク低減の検証

初期対応後

環境中に残留する化学物質について
 ・長期間モニタリング手法の開発
 ・除去対策技術の開発

自治体の地域防災計画等への反映

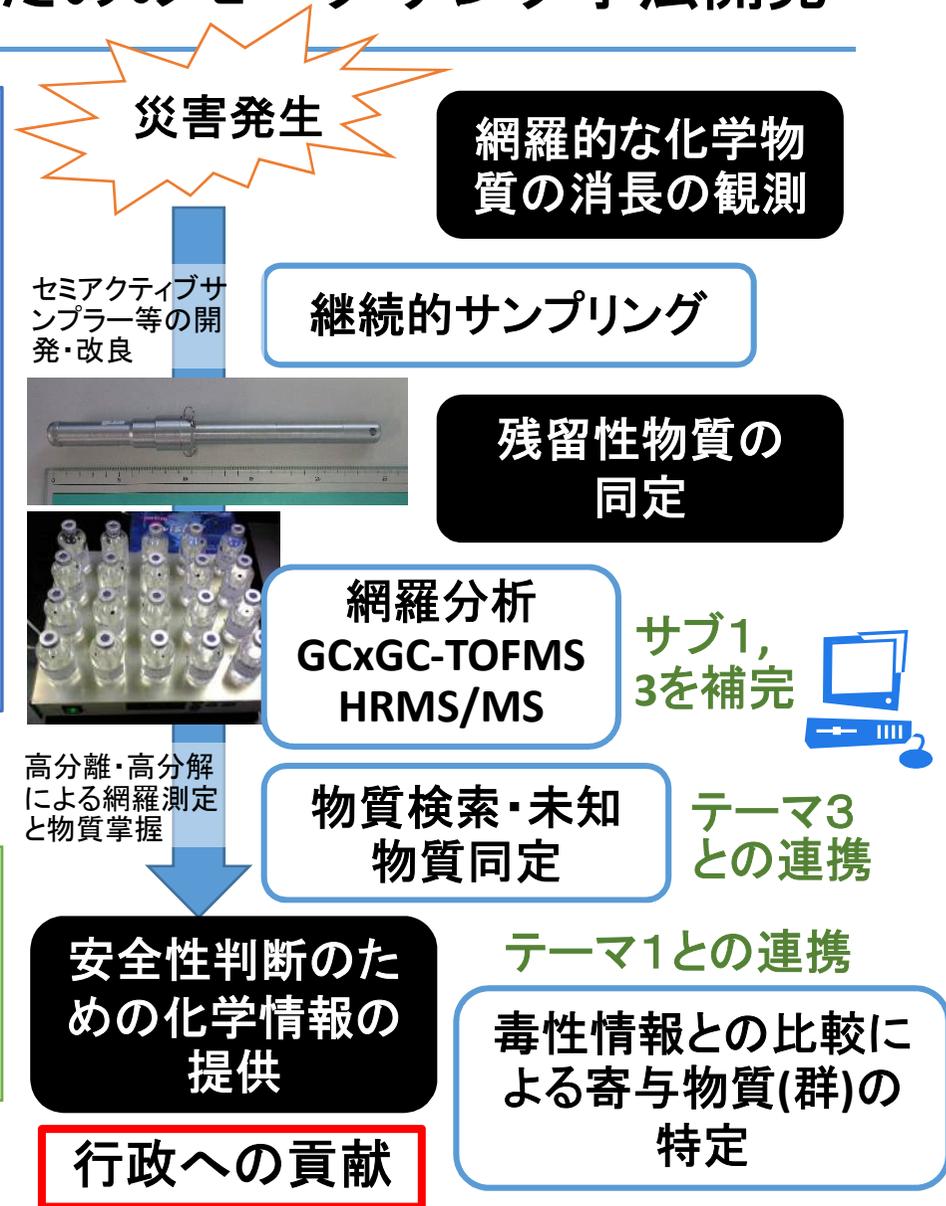
4-2. 災害・事故発生後に環境中に残留する化学物質への対策実施と継続監視のためのモニタリング手法開発

◆災害発生後の残留物質の**中長期的な監視**（事故後数日以降）や対策範囲の特定を効率的・網羅的・低コストで面的な展開も可能とする**サンプリング・調査手法を開発**

◆**副生物や反応生成物**など事故等から直接に想定される以外の物質も**測定可能な分析法とデータ解析手法を開発**

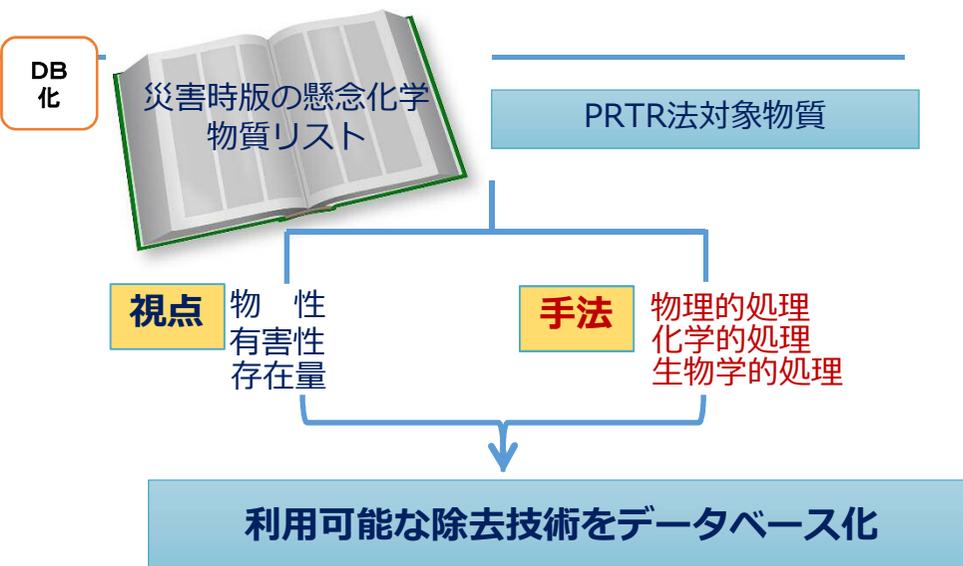
災害・事故等の後に環境中に残留する物質を原因物質から生成物等まで詳細に網羅把握する高度なモニタリング手法とデータ解析手法を提示

災害・事故後の化学物質による汚染範囲の特定と汚染レベルの監視、問題物質の特定など、行政対策への貢献に直結する情報の提供を可能にする



4-3. 残留化学物質の除去対策技術の開発

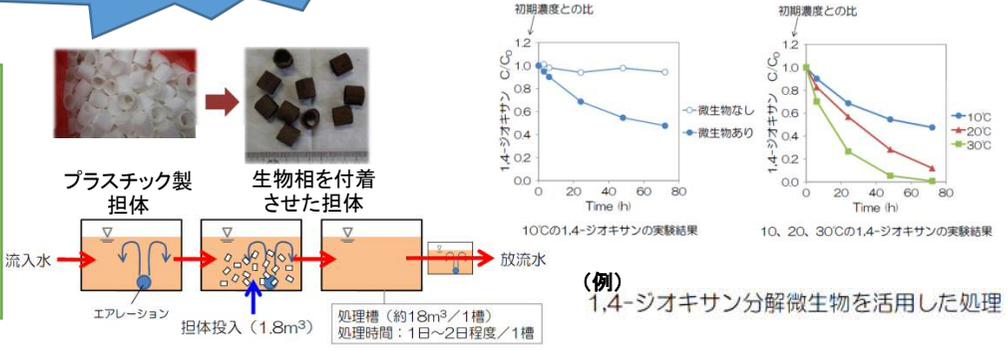
- ◆ 災害・事故の残留処理に活用可能な既存の**除去技術**について、化学物質の物性・有害性・存在量等に応じ体系的に収集
- ◆ テーマ2及びサブテーマ4-1の結果をもとに、優先すべき処理対象物質、処理の場を抽出し、**低コストかつ効率的な除去対策技術の開発**



処理技術開発
 テーマ2及びサブテーマ4-1の結果をもとに優先すべき処理対象物質・処理の場の抽出
 → **除去対策技術の開発**

毒性×存在量が大！
 災害事故後に偏在化・残留性が大！

災害・事故等の後に環境中に残留する物質を低コストかつ効率的に除去する手法を既存技術のレビューと新規技術に基づき提示



対象物質リストの作成例

毒性強度、物性(揮発性、水溶性など)、製造使用量、簡易リスク比などに基づく複数のランキングを農薬ほかいくつかの物質群について作成した例と作成方法を以下に示す。

対象物質リストの作成

* 緊急時・作業環境などの基準をベースに基準値リストを作成(吸入ばく露中心)

(Acute Exposure Guideline Levels)
AEGL: 約300物質
(PAC: 約3000物質)
(Protective Action Criteria)

ACGIH, 環境化学会
: 約500物質

IRIS: 約500物質

水道亜急性参照値: 18物質

曝露条件を統一
(例えば1週間)

基準値
リスト

ハザード情報の解析

* 共通物質について、利用可能なハザード情報をエンドポイントごとに整理

発がん性

特定臓器
毒性

変異原性

GHS: 約3000物質

急性毒性

生殖毒性

感作性

懸念物質の追加(経口ばく露含む)

曝露可能性の推定

- * 物性
- * 製造使用量、用途
- * 過去事例

⇒ これらから、事故時の排出可能性の予測シナリオを構成

- 排出可能性とハザードに基づくリスク指標により毒性エンドポイントごとに順位付け
- 共通物質を軸にランキングを集約
- 正確な評価は明らかに不可能だが、スタートリストとしての順位付けを目標として実施

対象物質リスト(農薬)

ADI/出荷量の簡易指標による順位付けの例示(区分1~5はGHS区分による)

原体名	農薬分類	出荷量 (tまたはkL)	ADI(mg/kg /day)	急性毒性					感作性		生殖細胞 変異原性	発がん性	生殖毒性	特定標的臓器毒性		
				経口	経皮	吸入:ガス	吸入:蒸気	吸入:粉塵、 ミスト	呼吸器	皮膚				単回暴露	反復暴露	
ダゾメット	土壌殺菌 剤	2,844	0.0025	区分4	区分5	分類対象 外	分類できな い	区分5	分類できな い	区分外	区分外	区分外	区分外	区分2	区分2(神 経系)	区分2(肝 臓)
マンゼブ	有機硫黄 殺菌剤	2,139	0.00625	区分外	区分外	分類対象 外	分類できな い	区分外	分類できな い	区分1	区分外	区分外	区分外	区分外	分類できな い	区分2(神 経系、甲 状腺、肝、 副腎)
ダイアジノ ン	有機リン 系殺虫剤	347	0.002	区分4	区分3	分類対象 外	分類できな い	区分4	分類できな い	区分1	分類できな い	区分外	区分外	区分外	区分2(神 経系)	区分2(腎 臓、神経 系、肝臓、 精巣)
メチダチオ ン	有機リン 系殺虫剤	118	0.001	区分2	区分外	分類対象 外	分類できな い	区分2	分類できな い	区分外	区分外	区分外	区分外	区分2	区分1(神 経系)	区分1(肝 臓)
フィプロニ ル	フェニル ピラゾー ル系殺虫 剤	21	0.0002	区分3	区分外	分類対象 外	分類できな い	区分3	分類できな い	分類できな い	区分外	区分外	区分外	区分2	区分1(神 経系)	区分1(神 経系)、区 分2(甲状 腺、肝臓)
フェンチオ ン	有機リン 系殺虫剤	48	0.0005	区分4	区分4	分類対象 外	分類できな い	区分3	分類できな い	区分外	区分外	区分外	区分外	区分2	区分1(神 経系)	区分1(神 経系)
カズサホス	殺線虫剤	21	0.00025	区分2	区分1	分類対象 外	分類できな い	区分1	分類できな い	区分1	区分外	区分外	区分外	区分外	区分1(全 身性、神 経系)	区分1(神 経系)、区 分2(全身 性)
フェントロ チオン	有機リン 系殺虫剤	411	0.005	区分4	区分4	分類対象 外	分類できな い	分類できな い	区分外	区分外	区分外	区分外	区分外	区分外	区分1(神 経系)	区分1(神 経系)
ホスチア ゼート	殺線虫剤	78	0.001	区分3	区分3	分類対象 外	分類できな い	区分3	分類できな い	区分1	区分外	区分外	区分外	区分1	区分1(全 身性、神 経系)	区分1(神 経系、副 腎)

対象物質リスト(VOC)

PAC-1/製造輸入量の簡易指標による順位付けの例示(区分1~5はGHS区分による)

Chemical Compound	製造輸入数量(t/年)	PAC-1 (mg/m3)	用途情報	急性毒性					感作性		生殖細胞変異原性	発がん性	生殖毒性	特定標的臓器毒性		
				経口	経皮	吸入:ガス	吸入:蒸気	吸入:粉塵、ミスト	呼吸器	皮膚				単回暴露	反復暴露	
Tridecane	200,000	0.055	有機合成中間体, 溶剤, 反応溶媒, 食品添加物(香料)													
Dicyclopentadiene	81,254	0.054	EPDM・不飽和ポリエステル樹脂・アルキド樹脂・エポキシ樹脂料, 医薬・農薬・難燃剤原料	区分4	区分5	分類対象外	区分2	分類できない	分類できない	区分外	分類できない	分類できない	区分外	区分1(呼吸器系、肝臓、腎臓)	区分2(循環器、肝臓、肺)	区分1(腎臓)、区分2(循環器、肝臓、肺)
Toluene diisocyanate (mixed isomers)	192,836	0.14	ポリウレタン・エラストマー原料, 塗料・接着剤・封止剤原料	区分5	区分外	分類対象外	区分1	分類できない	区分1	区分1	区分外	区分2	分類できない	区分1(呼吸器、中枢神経系)	区分2(肝臓)	区分1(呼吸器)、区分2(肝臓)
Bis(chloromethyl)ketone; (1,3-Dichloroacetone)	30,000	0.025	医薬・農薬中間体													
Acrylonitrile	372,177	0.34	合成繊維・ABS樹脂・AS樹脂原料, 合成ゴム原料, 塗料・繊維樹脂加工・化粧品・合成糊料原料, アクリルアミド(紙力増強剤, 凝集剤)重合原料	区分3	区分2	分類対象外	区分2	分類できない	分類できない	区分1	分類できない	区分1B	区分1B	区分1(神経系、肝臓、腎臓、血液系)	区分1(神経系、呼吸器、血液系、肝臓、腎臓、精巢)	区分1(神経系、呼吸器、血液系、肝臓、腎臓、精巢)
Ethyl-1-hexanol, 2-	400,000	0.53	可塑剤・潤滑油・界面活性剤原料, 溶剤, 食品添加物(香料)	区分外	区分4	分類対象外	分類できない	分類できない	分類できない	区分外	区分外	区分外	区分2	区分3(麻酔作用、気道刺激性)	分類できない	区分3(麻酔作用、気道刺激性)
Acrylamide	39,570	0.09	紙力増強剤・凝集剤重合原料, 繊維加工剤, 接着剤性能向上加工剤, 化粧品原料, アクリル系熱硬化性塗料合成原料	区分3	区分3	分類対象外	分類できない	分類できない	分類できない	区分1	区分1B	区分1B	区分1B	区分1(神経系、精巢)	区分1(神経系、精巢)	区分1(神経系、精巢)

対象物質リスト(液体, 20万トン未満)

PAC-1/製造輸入量の簡易指標による順位付けの例示(区分1~5はGHS区分による)

Chemical Compound	製造輸入数量(t/年)	PAC-1 (mg/m3)	用途情報	急性毒性					感作性		生殖細胞変異原性	発がん性	生殖毒性	特定標的臓器毒性	
				経口	経皮	吸入:ガス	吸入:蒸気	吸入:粉塵、ミスト	呼吸器	皮膚				単回暴露	反復暴露
Tetramethylammonium hydroxide	14,459	0.0093	相間移動触媒, ポジレジスト現像液, エッチング剤, 洗浄剤, 溶剤	区分2	区分2	分類対象外	分類できない	分類できない	分類できない	分類できない	分類できない	分類できない	区分1(神経系)	区分1(神経系)	
Dicyclopentadiene	81,254	0.054	EPDM・不飽和ポリエステル樹脂・アルキド樹脂・エポキシ樹脂料, 医薬・農薬・難燃剤原料	区分4	区分5	分類対象外	区分2	分類できない	分類できない	区分外	分類できない	分類できない	区分外	区分1(呼吸器系、肝臓、腎臓)、区分2(循環器、肝臓、肺)	
Toluene diisocyanate (mixed isomers)	192,836	0.14	ポリウレタン・エラストマー原料, 塗料・接着剤・封止剤原料	区分5	区分外	分類対象外	区分1	分類できない	区分1	区分1	区分外	区分2	分類できない	区分1(呼吸器、中枢神経系)、区分2(肝臓)	
Dibutyl butylphosphonate	60,000	0.18	抽出剤												
Hexamethylene diisocyanate; (1,6-Diisocyanatohexane)	42,923	0.13	ポリウレタン樹脂原料, 自動車・建材用塗料原料, レトルトパウチラミネート材原料, エラストマー硬化剤	区分4	区分3	分類対象外	区分1	分類できない	区分1A	区分1	分類できない	分類できない	分類できない	区分1(呼吸器)	区分1(呼吸器)
Trimethylacetyl chloride; (Pivaloyl chloride)	7,000	0.072	有機合成中間体, 重合触媒原料	区分4	区分外	分類対象外	区分2	分類できない	分類できない	分類できない	分類できない	分類できない	分類できない	区分1(呼吸器)、区分2(神経系)	分類できない
Hydrazine	10,742	0.13	医薬・農薬中間体原料, 発泡剤原料, アゾ系重合開始剤原料, 水処理剤, 合成香料還元剤, 清缶剤, ロケット燃料, 植物成長調整剤(失効農薬)	区分3	区分2	分類対象外	区分3	分類できない	分類できない	区分1	区分2	区分2	区分2	区分1(神経系、肝臓)	区分1(肝臓、呼吸器、腎臓、副腎)

工程表

	FY2018	FY2019	FY2020	FY2021	FY2022
テーマ 1	漏出・排出シナリオ構築		中間成果により優先物質、 研究の方向性の再検討	有害性、評価手法等のリス ク管理基盤構築	
	規模・分散度による対策オプションの 有効性評価、非定常リスクと曝露評価手法		異なる災害・受容特性による対策オプションの有効 性評価、非定常リスクと曝露評価手法		
テーマ 2	事例収集と迅速モニタリング手法の開発		異常検知、影響予測手法への統合		
	事故態様と排出形態の分析	大気・水質拡散予測モデルの開発		情報プラットフォームへの統合	
テーマ 3	可搬型多成分同時分析機器の開発			開発機器の検証と改良	
	中揮発性物質、難揮発性物質の分析技術の開発		事例への対応・検証と手法統合		
テーマ 4	化学物質存在量推計手法の確立		全国推計の実施とDB、GIS開発		
	除去対策技術のDB化・絞込、対策効果 と継続監視モニタリング手法開発		残留化学物質の除去対策技術の開発、対策効果と継続監 視モニタリング手法開発		
想定される 環境政策等 との連携・ インプット	防災・危機管理 部局のニーズの 共有	保健衛生部局と の連携 事件事例等の防 災部局との共有	存在量推計の結 果、漏出・排出シ ナリオの行政へ の提示とフィード バック	可搬型機器、新 規網羅分析技術 の行政、担当部 局への提供	環境部局、危機 管理部局、防災 科研プラット フォーム等へのリ スク評価基盤の 提供

研究の成果目標とアウトカム

• 全体目標

- 災害・事故で想定し得る非定常環境における異常検知の手法、迅速及び網羅的分析法、拡散予測の手法、曝露及びリスク評価の科学的手法を確立する
- 化学物質の基礎情報(物性、毒性等)や、化学物質の所在と排出可能性の情報を整備するとともに、リスク管理対策の有効性の知見などの行政・社会的手法を確立し、科学的手法とあわせて活用可能な統合リスク管理基盤として提供する



• 期待されるアウトカム

- 災害・事故で想定される化学物質リスクに対応すべき科学的手法と情報を統合リスク管理基盤等を通じて広く行政が活用できる手法群として提供し、環境施策の実現に資する
- 研究の成果を通じて、将来のPRTRの方向性などの関連行政施策での課題を提示する
- 新たな分析機器や調査・分析体制を民間企業とともに開発することにより、わが国の産業の具体的発展の可能性を提供する