

課題番号 S-17-4

テーマ名

災害・事故への対応力強化に関する研究

テマリーダー名 中村 智

テーマ代表機関名 地方独立行政法人 大阪府立環境農林水産総合研究所

体系的番号 JPMEERF18S11713

研究実施期間 平成30年度～令和4年度

研究体制

〈研究代表機関〉

地方独立行政法人 大阪府立環境農林水産総合研究所

〈研究分担機関〉

国立研究開発法人 国立環境研究所

国立大学法人 大阪大学

静岡県公立大学法人 静岡県立大学

〈研究協力機関〉

公立大学法人大阪 大阪公立大学

神奈川県環境科学センター

1. はじめに（研究背景等）

我が国では、災害からの回避や事故の防止を目指す安全工学的な研究が広く進められ、工場・事業場等における化学物質による事故発生の抑止と作業従事者の物理化学的な安全確保がなされてきた。しかしながら、環境への化学物質の流出・漏洩から、一般市民の安全を確保する体系的な研究はなされていない。

例えば、環境省の報告では、東日本大震災の際に、蓄電器や変圧器などのPCB廃棄物が津波後には保管場所から消失したことが指摘されている。また、車、船舶、石油備蓄基地からの重油流出に伴う一部の火災の発生が原因と考えられる環境中のPAH濃度の増加や、被災地域の化学物質取扱事業所からの高濃度のフッ化水素や六価クロムの流出やトリクロロエチレンの漏洩が報告されている。このように、東日本大震災では、火災・事故等に伴う有害物の流出、市民の健康へのリスク懸念が生じており、有害化学物質への対応が適切に行われたとは言えない。

これらの要因の一つとして、工場・事業場等で保管されていた化学物質の情報が体系的に把握されておらず、事故時の対応で主力となる自治体の機能が十分果たせなかったことが挙げられる。なお、災害・事故等への緊急対応には、自治体などのリスク管理対応能力の強化が必要であり、現在、我が国では、東日本大震災の経験や南海トラフ巨大地震等の懸念から地域の強靱化計画の策定が進められているところである。しかし、計画の中での化学物質リスクに関する扱いはごく限定的である。

化学物質への対応として、現状では、各自治体でPRTR制度に基づいて届出のあった事業場の化学物質の排出量は把握されているものの、実際に火災・事故等が発生した場合に市民の健康へのリスクポテンシャルとして考慮すべき取扱量を把握できている自治体は、大阪府、愛知県、神奈川県などのいくつかに限られている。一方で、本研究に先立ってのヒアリング結果から、環境部局以外の消防防災部局からも化学物質取扱量についての情報共有や連携について要望があることがわかった。

以上のことから、南海トラフ巨大地震等の大規模災害に対する国土防災の確立が緊急に求められる中で、化学物質等の流出等への対応の体系的知見が未確立であること、また、施設劣化等に起因する流出事故が今後増大する可能性があることなどを考慮すれば、災害・事故等に伴う化学物質リスクへの対応力強化（災害・事故等への「備え」、災害・事故後の環境の「監視」と汚染物質の「除去」）を早急に確立することが必須である。

2. 研究開発目的

本戦略研究課題S-17は、4つのテーマ（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」及びテーマ4「災害・事故への対応力強化に関する研究」）で構成されている。テーマ4では、テーマ1で集約する情報基盤の一部を整備するとともに、テーマ2やテーマ3の研究を進める上で基礎となるデータの提供を担う必要がある。

本テーマでは、いつ被災地となるかもしれない全国自治体の行政を支援するため、PRTRデータ等の既存情報に基づき、日本全国における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を行うとともに、自治体における環境部局と消防防災部局等との連携体制の在り方の検討を行うこと、また、災害・事故発生後に自治体が担うことが求められる、長期間にわたる環境中への残留化学物質のモニタリング手法及び除去技術を開発することを研究目的とする。

3. 研究目標

本テーマ「災害・事故への対応力強化に関する研究」では、既存のPRTR届出データ等を活用して、災害・事故時発生場所での化学物質の存在量を予め把握するための手法の開発、環境と消防防災の担当部局間での情報共有体制に関する検討、及び、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。そのために3つのサブテーマを設定し、S-17-4(1)では**災害・事故への「備え」**、S-17-4(2)では**災害・事故発生後の環境の「監視」**、S-17-4(3)では**環境への残留物質の「除去」・「修復」**を担う。

3. 研究目標

(1) サブテーマ 1

S-17-4(1) : 災害・事故時に活用可能な情報基盤の整備

サブテーマリーダー : 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 参事 中村 智

災害・事故への対応において基礎となる**化学物質の存在量をPRTRデータ等の公表データに基づき推計する手法を開発するとともに、化学物質の所在や性状等に関する情報基盤データベースを構築し、地理情報システム（GIS）による地図表示機能を整備する。**また、これらの情報基盤を災害発生直後に地域内外の環境部局だけでなく消防防災部局などの**各機関でどのように共有し協力体制を構築**するかについて検討する。

3. 研究目標

(2) サブテーマ2

S-17-4(2) : 災害・事故発生時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

サブテーマリーダー : 国立研究開発法人国立環境研究所
環境リスク・健康領域 基盤計測センター
計測化学研究室 室長 橋本 俊次

災害発生後の残留物質の中長期的な監視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・調査手法を開発する。また、現場では、火災や化学反応による二次生成物による汚染が新たに発生する可能性も十分に考えられる。このような不純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捕捉可能な網羅分析法とデータ解析手法を開発する。

3. 研究目標

(3) サブテーマ 3

S-17-4(3) : 残留化学物質の除去対策技術の開発

サブテーマリーダー : 国立大学法人大阪大学 大学院工学研究科
准教授 井上 大介

災害・事故後に発生する残留化学物質についての既存の物理的・化学的・生物学的な化学物質除去対策技術（浄化・修復技術）を網羅的に検索した上で、適用可能な物質・汚染環境・規模、コスト、エネルギー消費量、環境負荷等の多元的観点から体系的に整理し、有望技術を選定したデータベースを構築する。また、他のテーマ・サブテーマの成果を踏まえて、優先的に除去対策技術を確立すべき化学物質を対象として、低コスト・低環境負荷型の高効率残留化学物質除去対策技術（VCW システム）を用いた処理方法について検討する。

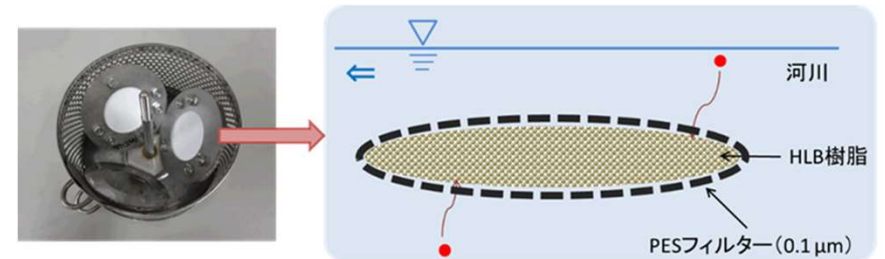
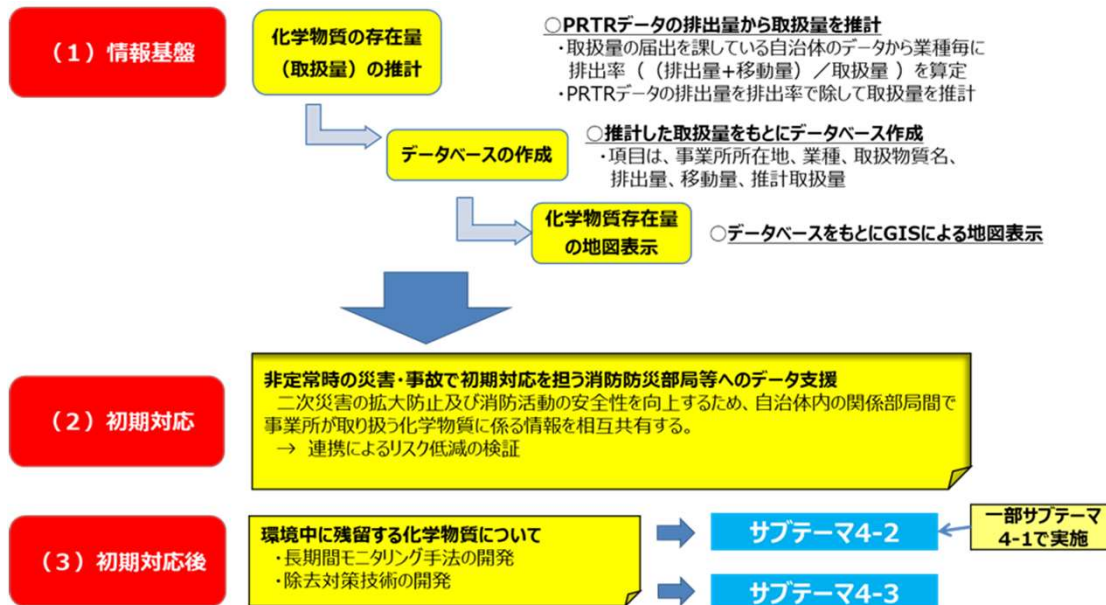
4. 研究開発内容

本研究では、既存のPRTR届出データ等を活用して、災害・事故時発生場所での**化学物質の存在量**を予め把握するための手法の開発、環境と消防防災の担当部局間での**情報共有体制**に関する検討、及び、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の開発**を行う。そのために3つのサブテーマを設定し、サブテーマ1では災害・事故への「備え」、サブテーマ2では災害・事故発生後の環境の「監視」、サブテーマ3では環境への残留物質の「除去」・「修復」を担う。

4. 研究開発内容

(1) サブテーマ1

- ① 化学物質の存在量の推計
- ② 存在量データのGIS化
- ③ 関係機関の連携構築に関する検討
- ④ 水相パッシブサンプラーを用いたモニタリング手法の確立



水相パッシブサンプラーの概要図

災害・事故時に活用可能な情報基盤の整備の検討フロー図

4. 研究開発内容

(2) サブテーマ2

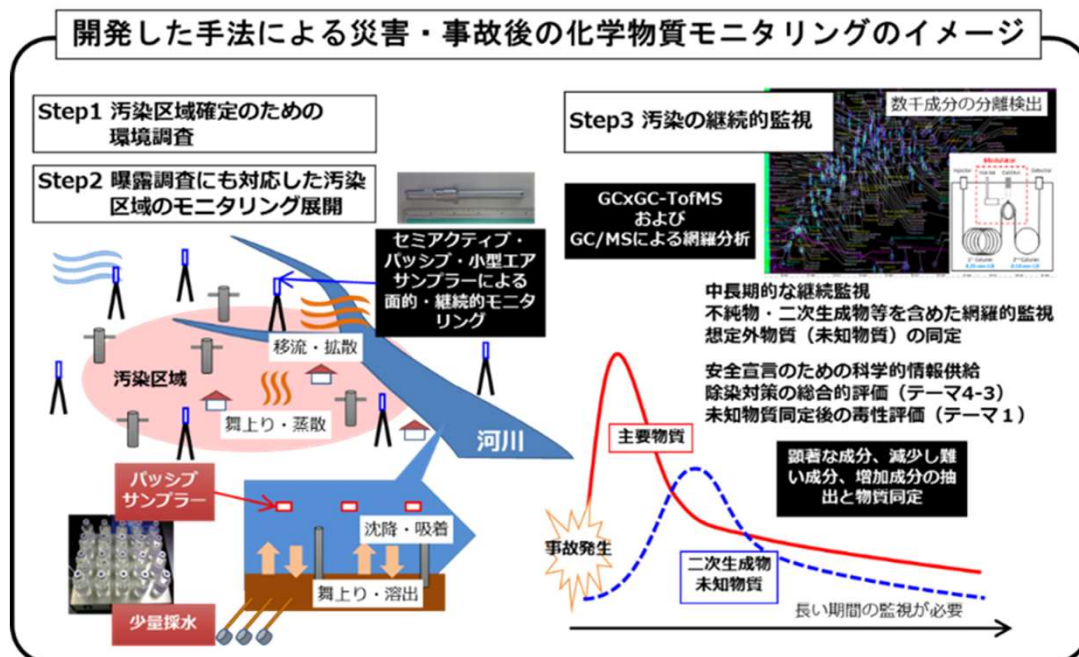
① サンプルング・調査手法の開発

(a) 小型セミアクティブサンプリング

② 網羅分析手法の開発

(a) 多次元ガスクロマトグラフィ/質量分析による網羅分析

(b) データ差異解析と未知物質の同定

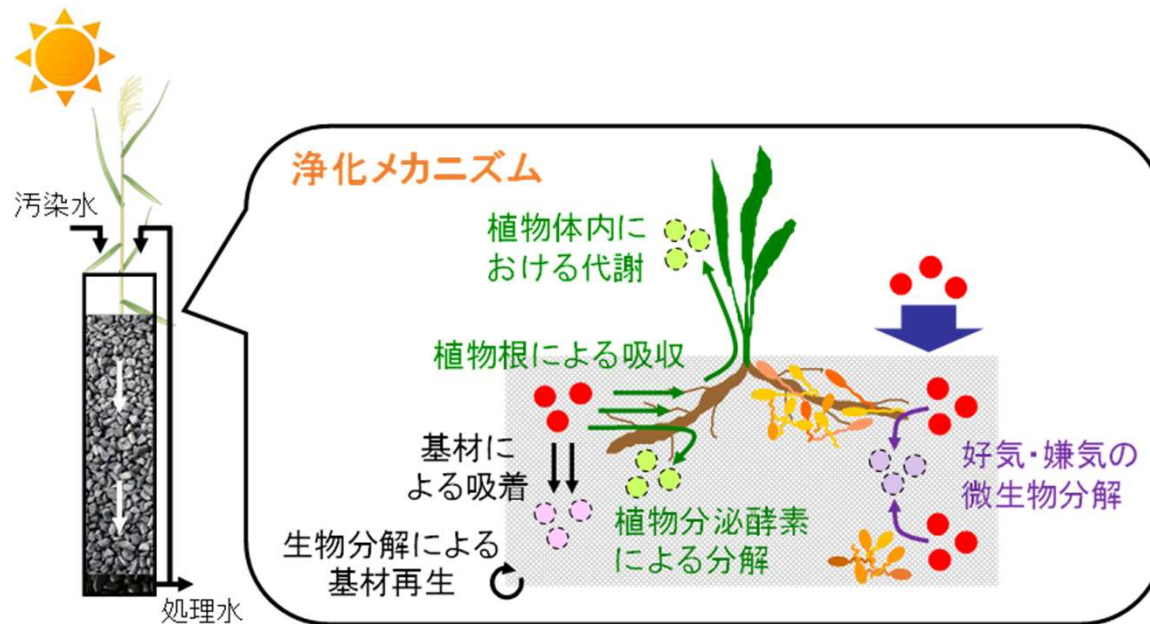


開発した手法による災害・事故後の化学物質モニタリングのイメージ

4. 研究開発内容

(3) サブテーマ 3

- ① 残留化学物質の分類
- ② 既存除去対策技術の体系化
- ③ 多機能型人工湿地（VCW）システムの開発



VCWシステムの基本構成と浄化メカニズムの概念図

5. 研究成果

(1) 成果の概要-1

本テーマでは、公表されているPRTR届出データ等を活用して、災害・事故時発生場所での化学物質の存在量を予め把握するための手法の開発、環境と消防防災の担当部局間での情報共有体制に関する検討、及び、災害・事故発生後、長期間にわたり環境中に残留する水環境中の化学物質のモニタリング手法及び除去技術の開発を行った。

公表されているPRTR届出データである排出量・移動量と、13の自治体が独自に届出を課している取扱量との比率を「排出率」と定義し、物質別、業種別及び従業員数区分別に排出率を算定した。検証の結果、この排出率を用いれば、**化学物質の取扱量の推計が±1桁オーダー程度の精度で行えることが分った**。さらに、環境省が実施したPRTRパイロット事業で得られた在庫量と取扱量との比率を「在庫率」と定義し、推計取扱量から在庫率を用いて、在庫量を推計する手法を確立した。この結果、**公表されているPRTR届出データである排出量・移動量から、「排出率」及び「在庫率」を用いることにより、存在量に近い概念値である化学物質の在庫量を推計することが可能となった**。

大規模災害時における自治体内の環境と消防防災の担当部局間での連携状況について、各自治体の地域防災計画等から考察した。化学物質に係る災害時での環境部局の役割として、「環境モニタリングを行う」との記載は多くの自治体計画で見られるが、「化学物質に関する情報共有」について言及されている自治体計画はほとんどない。例えば、事業所からの取扱量の届出情報（一部の自治体で公表しないことを前提で情報を収集）を災害時等に提供・共有するためには、条例等での規定が必要というハードルがあると考えられた。なお、本研究で得られた手法で算出した**推計取扱量・推計在庫量を環境部局で算出し提供する方法は有用になると考えられる**。

5. 研究成果

(1) 成果の概要-2

災害時あるいは災害後に環境水中に残留する化学物質を中長期的に効率的・低コストでモニタリングする手法として、APSによる試料のサンプリング手法を検討した。サンプラーを構成する樹脂及び吸着剤の組み合わせを変えることにより、疎水性から親水性を有する幅広い化学物質のサンプリングに適用できることが判明した。また、サンプラーへの捕捉化学物質量を濃度に変換するための校正試験手法について、簡易法を構築した。簡易法では（3日間）、従来法（約1ヶ月間）と比べ短期間で校正試験を終えることができることが判明した。

同様に、環境大気中に残留する化学物質を中長期的に効率的・低コストでモニタリングする手法として、セミアクティブサンプラー（SAAS）による試料のサンプリング手法を検討した。柴田科学製のDAS-100型サンプラーを改良したDAS-300Aを開発し、吸着材として市販品（ゲステル社Twister（ポリジメチルシロキサン））を採用し、国内3地点の実大気中のPOPsの試料採取をハイボリウムエアサンプラー（HV）と並行して行った。その結果、1週間程度の捕集期間で、SAASでもHVと同様に地域差が観測でき、周辺大気に含まれる化学物質の調査には有効と考えられた。

災害時の火災や化学反応により生じる想定外の二次生成物や不純物による新たな汚染も捕捉可能な網羅分析法として、サンプリング後のチューブをクリーンアップせずに加熱脱着装置にセットし、そのまま多次元ガスクロマトグラフィ/高分解能飛行時間型質量分析（GCxGC/HRTofMS）装置に導入する手法を検討した。本法を実際の火災現場の大気試料分析に適用したところ、定性及び半定量分析手法としての有用性が確認された。

災害後に環境中に残留する化学物質について、物性に基づき分類した5つのグループ（①無機物、②有機物－低揮発性－親水性、③有機物－低揮発性－親油性、④有機物－揮発性－親水性、⑤有機物－揮発性－親油性）ごとに既存の物理的・化学的・生物学的な浄化技術を体系的に整理し、データベース化を行った。

また、多様な物性の残留化学物質に対応し得る除去対策技術として、VCWシステムに着目し検討を行った。処理に用いる植物種、基材、運転方式（水循環、回分・連続通水）を最適化することにより、上記のグループ①～④の化学物質について適用可能であることが判明した。

5. 研究成果

(2) 環境政策等への貢献

<行政等が既に活用した成果>

環境省の令和2年度及び3年度災害事故時化学物質漏洩流出対応検討会において、検討委員として参画し、「化学物質管理指針の改正」や「自治体環境部局における化学物質に係る災害・事故対応マニュアル策定の手引きの作成」にあたり、本研究成果である「災害対応時の地方公共団体における既存のPRTR情報の活用」の成果・知見を活用した。

<行政等が活用することが見込まれる成果>

本研究で構築する化学物質の所在と排出可能性に係る情報データベースは、災害・事故に備え、広く行政で活用されることが期待できる。また、パッシブサンプラーやセミアクティブサンプラーは、運搬と設置が非常に容易で、低コストであるため、自治体による災害・事故発生後の中長期の環境モニタリングに大いに活用できる。さらに、今回開発するVCMシステムは、災害・事故発生後に残留する化学物質汚染を、その復旧・復興を妨げることなく、かつ、経済的・資源的に限られた制約条件下で確実に浄化・修復できることから、活用が見込まれる。

5. 研究成果

(3) 研究目標の達成状況（全体）

目標どおりの成果をあげた。

サブテーマ1では、公表されているPRTRデータから化学物質の取扱量及び在庫量を推計する手法を確立でき、目標を達成できたと評価できる。なお、自治体内の関係機関間での情報共有体制については、本研究成果の公表・周知により進展するものと考えている。

サブテーマ2では、災害後に環境中に残留する化学物質を中長期的に効率的・低コストで網羅的にモニタリングする手法が開発でき、目標を達成できたと評価できる。

サブテーマ3では、災害後に環境中に残留する化学物質の既存浄化技術のデータベース化とVCMシステムによる環境修復技術の開発でき、目標を達成できたと評価できる。

5. 研究成果

(3) 研究目標の達成状況 (サブテーマ1)

目標どおりの成果をあげた。

サブテーマ1では、公表されているPRTRデータから化学物質の取扱量及び在庫量を推計する手法を確立した(表1)。また、全国の自治体の地域防災計画等を精査したところ、災害時における環境と消防防災の担当部局間での化学物質に関する情報共有についての記載は大阪府を除いて皆無であった。情報共有体制をいかに構築すべきかの検討までには至らなかったが、本研究で得られた手法で算出した推計取扱い量・推計在庫量を環境部局で算出し提供する手法は有用であると考えられた。また、災害時あるいは災害後に環境水中に残留する化学物質を中長期的に効率的・低コストでモニタリングする手法として、APSによる試料のサンプリング手法を検討ところ、サンプラーを構成する樹脂及び吸着剤の組み合わせを変えることにより、疎水性から親水性を有する幅広い化学物質のサンプリングに適用できることが判明した(図1)。

表1：取扱い量・在庫量の推計値と届出値との比

推計取扱い量と届出取扱い量の比			推計在庫量と届出在庫量の比		
物質番号	物質名	データ数 / 推計取扱い量 / 届出取扱い量	物質番号	物質名	データ数 / 推計在庫量 / 届出在庫量
1	亜鉛の水溶性化合物	295 / 7.2	1	亜鉛の水溶性化合物	18 / 1.3
13	アセトニトリル	147 / 0.88	4	アクリル酸及びその水溶性塩	5 / 1.0
20	2-アミノエタノール	120 / 3.7	13	アセトニトリル	22 / 0.87
31	アノチモン及びその化合物	187 / 1.7	20	2-アミノエタノール	10 / 0.69
53	エチルベンゼン	4,210 / 1.7	30	直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩	11 / 1.0
80	キシレン	4,766 / 0.78	31	アノチモン及びその化合物	17 / 1.0
87	クロム及び三価クロム化合物	358 / 1.8	37	ビスフェノールA	6 / 3.2
88	六価クロム化合物	138 / 7.0	53	エチルベンゼン	71 / 0.87
132	コバルト及びその化合物	125 / 3.1	80	キシレン	109 / 0.97
186	塩化メチレン	439 / 1.0	87	クロム及び三価クロム化合物	29 / 1.2
232	N,N-ジメチルホルムアミド	162 / 2.3	88	六価クロム化合物	11 / 0.83
240	スチレン	226 / 2.2	127	クロロホルム	9 / 1.4
262	1,4-ジオキサベンゼン	100 / 1.3	132	コバルト及びその化合物	22 / 2.6
272	銅水溶性塩	161 / 1.4	186	ジクロロメタン	29 / 0.53
281	トリクロロエチレン	148 / 0.93	232	N,N-ジメチルホルムアミド	19 / 0.46
286	1,2,4-トリメチルベンゼン	3,777 / 1.7	240	スチレン	20 / 0.80
297	1,3,5-トリメチルベンゼン	2,205 / 1.2	258	ヘキサメチレンテトラミン	8 / 1.8
300	トルエン	5,154 / 0.86	272	銅水溶性塩	6 / 0.87
302	ナフタレン	125 / 0.67	281	トリクロロエチレン	13 / 1.1
305	鉛化合物	177 / 0.89	297	1,3,5-トリメチルベンゼン	21 / 1.2
308	ニッケル	114 / 2.0	300	トルエン	132 / 0.81
309	銅化合物	380 / 0.94	305	鉛化合物	30 / 0.81
349	フェノール	161 / 1.2	308	ニッケル	25 / 1.3
355	アクリル酸ビス(2-エチルヘキシル)	165 / 1.5	309	銅化合物	26 / 1.2
374	ふっ化水素及びその水溶性塩	159 / 0.37	349	フェノール	19 / 0.86
384	1-プロポキシプロパン	149 / 1.0	355	アクリル酸ビス(2-エチルヘキシル)	13 / 0.81
392	ノルマルヘキサン	3,611 / 0.83	374	ふっ化水素及びその水溶性塩	25 / 0.86
400	ベンゼン	3,290 / 0.25	400	ベンゼン	7 / 0.62
405	ほう素化合物	315 / 2.4	405	ほう素化合物	43 / 0.87
407	酢(オキシエチレン)＝アルキルエーテル	233 / 0.54	407	酢(オキシエチレン)＝アルキルエーテル	15 / 0.54
411	ホルムアルデヒド	286 / 0.50	410	酢(オキシエチレン)＝ニルフェニルエーテル	10 / 0.34
412	マンガン及びその化合物	394 / 1.0	411	ホルムアルデヒド	18 / 0.73
420	メタクリル酸メチル	124 / 0.87	412	マンガン及びその化合物	33 / 1.3
438	メチルナフタレン	554 / 0.85	420	メタクリル酸メチル	11 / 1.2
448	メチルピリス(4,1-フェニレン)＝ジイソシアネート	134 / 2.6			
453	モリブデン及びその化合物	101 / 1.5			
	合計	37,133 / 0.98		合計	873 / 0.98

親水性 ← → 疎水性

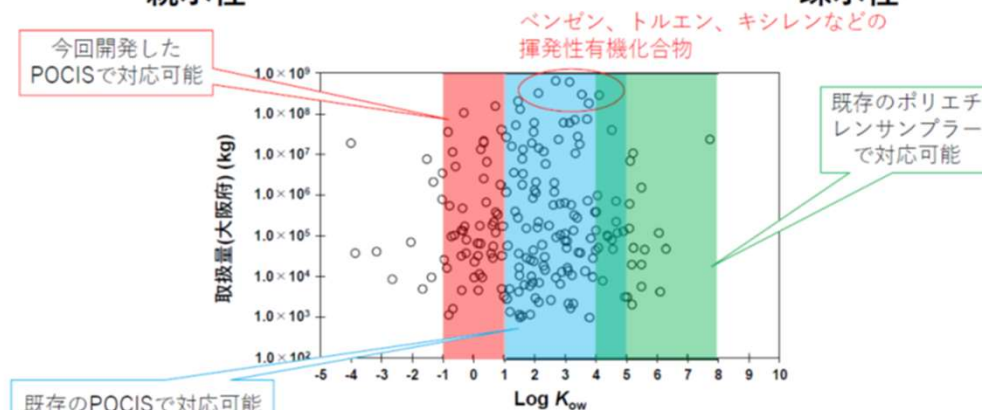


図1：APSの適用範囲

取扱い量が多いほとんどのPRTR第1種指定化学物質に適用可能

推計値と届出値との比は1に近い値を示す

5. 研究成果

(3) 研究目標の達成状況 (サブテーマ2)

目標どおりの成果をあげた。

サブテーマ2では、環境大気中に残留する化学物質を中長期的に効率的・低コストでモニタリングする手法として、セミアクティブサンプラー (SAAS) による試料のサンプリング手法を実大気について検討したところ、ハイボリュームエアサンプラーによるサンプリングと同様の結果 (地域差) が得られることが判明した (図2)。また、災害時の火災や化学反応により生じる想定外の二次生成物や不純物による新たな汚染も捕捉可能な網羅分析法として、多次元ガスクロマトグラフィ/高分解能飛行時間型質量分析法を検討したところ、実際の火災現場の大気試料分析において、定性及び半定量分析手法としての有用性が確認された (図3)。



図2：SAASで採取した実大気試料の地域間での比較

地域毎の化学物質組成の特徴が分った

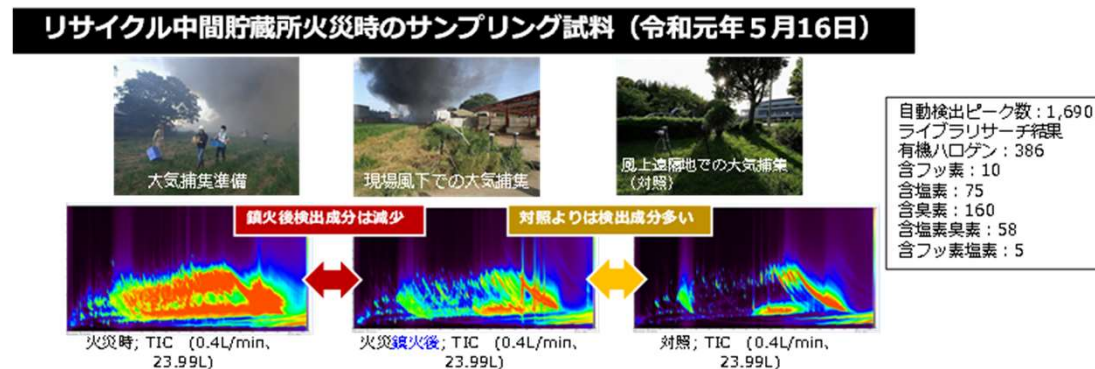


図3：GCxGC/ToFMSでの火災現場大気試料の分析例

有用性が確認された

5. 研究成果

(3) 研究目標の達成状況 (サブテーマ3)

目標どおりの成果をあげた。

サブテーマ3では、災害後に環境中に残留する化学物質（PRTR第1種指定化学物質）について、物性、分解性等に基づき5つのグループに分類した。さらに同グループごとに既存の物理的・化学的・生物学的な浄化技術を体系的に整理し、除去対象物質と現場の制約条件に基づき、適用可能な候補技術を抽出するデータベースを構築した（図4）。また、災害時において想定される経済的・エネルギー的・資源的（物的・人的資源）に不利な状況下においても多様な物性の残留化学物質に対応し得る除去対策技術として、VCWシステムに着目し検討を行った。処理に用いる植物種、基材、運転方式（水循環、回分・連続通水）を最適化することにより、多様な物性の化学物質に対して適用可能であることを明らかにした（図5）。

【簡易評価(グラフ)】

【候補技術(上位3技術)】

【候補技術】	合計スコア	土地・道路状況			必要なユーティリティ										工期	費用対効果			
		設置面積	車両サイズ	車両台数	水利用	電気利用	通風利用	燃料利用	消耗品	習熟度(有資格者等)	人数	宿泊場所	騒音・振動・臭気の発生	地盤沈下の発生			生態系への影響	イニシャルコスト	ランニングコスト
活性炭吸着法	100	4	2	4	6	4	9	6	2	9	6	3	9	6	3	4	2	2	4
ファイトレメディエーション	92	2	2	6	6	6	6	6	4	9	9	3	9	3	6	2	1	4	
バイオレメディエーション	90	2	2	6	6	6	6	6	4	9	9	3	9	3	6	2	1	4	
逆浸透膜法	84	4	4	4	6	4	3	6	2	9	6	9	3	9	3	4	2	2	4
生物処理法	84	2	2	4	6	6	9	6	6	6	9	3	2	9	3	4	2	1	4

【評価項目まとめ(標準化)】

【候補技術】	土地・道路状況	必要なユーティリティ	人員	周辺環境への影響	I/C/R/C	工期	費用対効果
活性炭吸着法	0.37	0.60	0.67	0.48	0.33	0.22	0.44
ファイトレメディエーション	0.37	0.73	0.78	0.56	0.44	0.11	0.44
バイオレメディエーション	0.37	0.69	0.78	0.56	0.44	0.11	0.44
逆浸透膜法	0.44	0.47	0.89	0.56	0.33	0.22	0.44
生物処理法	0.30	0.73	0.67	0.52	0.33	0.11	0.44

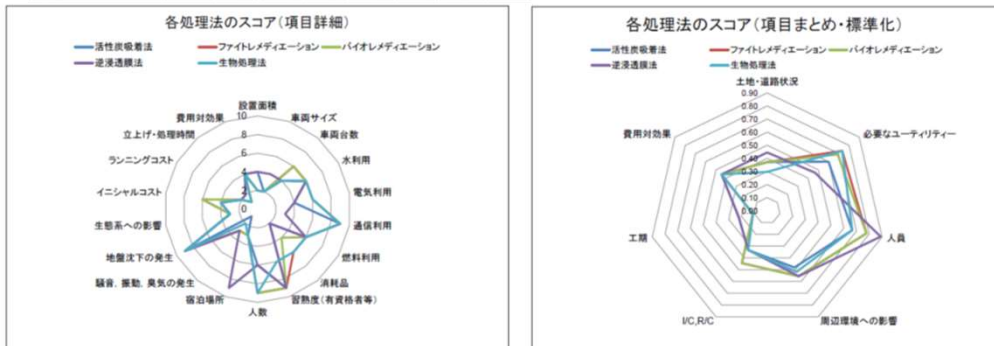
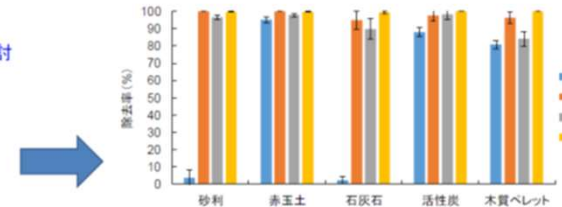
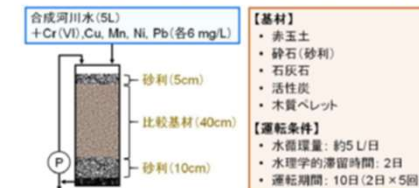


図4：構築したデータベースによる候補技術の抽出例

金属(グループ①)の除去

主な除去機構として想定される基材による除去を検討



ビスフェノールA等(グループ③)の除去

植物及び微生物(単独・共生)による除去を検討

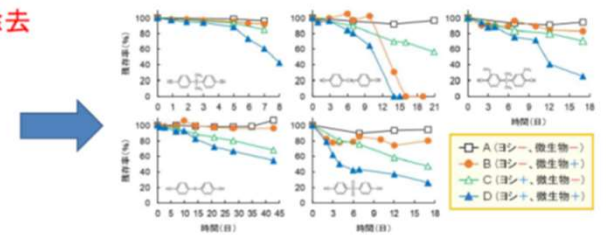
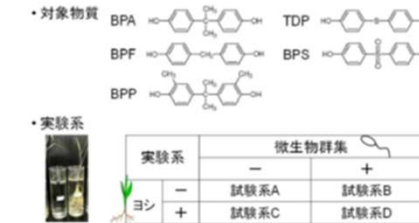


図5：VCWシステムによる残留化学物質の浄化例

除去技術選択を支援するデータベースを構築した

多様な化学物質の除去に効果がある

6. 研究成果の発表状況

6-1. 査読付き論文（件数：25件）

<主な査読付き論文>

- 1) Kazushi Noro, Yabuki Yoshinori, Banno Arisa, Yusuke Tawa, Satoshi Nakamura: Journal of Water and Environment Technology, 17(6), 432-447 (2019) (h-index:2)
Validation of the application of a polar organic chemical integrative sampler (POCIS) in non-steady-state conditions in aquatic environment. doi:10.2965/jwet.19-057
- 2) 田和佑脩、矢吹芳教、野呂和嗣、田澤慧、水谷聡、杉浦隆介、中村智：リスク学研究、30(3)、177-185 (2021)
PRTRデータを活用した化学物質取扱量の推計 doi:10.11447/jjra.SRA-0340
- 3) 中村智、田和佑脩、野呂和嗣、矢吹芳教：環境化学、31、98-105 (2021)
災害・事故に備えた化学物質の在庫量の推計 doi:10.5985/jec.31.98
- 4) 水谷聡、杉浦隆介、山崎耕平、田和佑脩、中村智、矢吹芳教、野呂和嗣：環境技術、50(6)、325-332 (2021)
PRTRを活用した少人数事業所からの化学物質排出量分布の推定 doi:10.5956/jriet.50.6_325
- 5) Ryo Omagari, Takashi Nakayama, Takashi Miyawaki, Mayuko Yagishita, Shunji Hashimoto, Kiwao Kadokami, Daisuke Nakajima :
Chemosphere, 285, 131041 (2021)
Evaluation of identification accuracy using AIQS for GC-MS for measuring heavily contaminated samples.
doi:10.1016/j.chemosphere.2021.131401
- 6) 家田曜世、高澤嘉一、橋本俊次：分析化学、70(6)、397-402 (2021)
セミアクティブエアサンプリング/熱脱着分析を用いた環境残留性有機汚染物質の網羅的モニタリング手法の開発
doi:10.2116/bunsekikagaku.70.397
- 7) Shunji Hashimoto, Yoshikatsu Takazawa, Teruyo Ieda, Ryo Omagari, Daisuke Nakajima, Satoshi Nakamura, Noriyuki Suzuki :
Chemosphere, 303(1), 135021 (2022)
Application of rapid air sampling and non-targeted analysis using thermal desorption comprehensive two-dimensional gas chromatography/time-of-flight mass spectrometry to accidental fire. doi:10.1016/j.chemosphere.2022.135021
- 8) Rajani Ghaju Shrestha, Miki Nakai, Daisuke Inoue, Michihiko Ike: Journal of Water and Environment Technology, 19(1), 13-23 (2021)
Potential for enhanced degradation and removal of various bisphenols by interaction between common reed (*Phragmites australis*) and microorganisms. doi:10.2965/jwet.20-117
- 9) Rajani Ghaju Shrestha, Daisuke Inoue, Michihiko Ike : Water Science and Technology, 84, 1428-1437 (2021)
Effects of Selection and Compiling Strategy of Substrates in Column-Type Vertical-Flow Constructed Wetlands on the Treatment of Synthetic Landfill Leachate Containing Bisphenol A. doi:10.2166/wst.2021.349
- 10) Rajani Ghaju Shrestha, Daisuke Inoue, Michihiko Ike : Japanese Journal of Water Treatment Biology, 58(4), 137-148 (2022)
Effectiveness of column-type two-stage constructed wetlands for simultaneous removal of organic compounds and heavy metals focusing on the impact of feeding modes and hydraulic retention time. doi:10.2521/jswtb.58.137

6. 研究成果の発表状況

6-2. 知的財産権 なし

6-3. その他発表件数

査読付き論文に準ずる成果発表	2件
その他誌上発表（査読なし）	5件
口頭発表（学会等）	60件
「国民との科学・技術対話」の実施	14件
マスコミ等への公表・報道等	0件
本研究費の研究成果による受賞	4件
その他の成果発表	3件