

2022年7月22日（金）  
研究成果報告資料



Institute of  
Advanced  
Sciences  
Yokohama National University



## 環境研究総合推進費 統合領域【1-1904】

# 「災害・事故に起因する化学物質流出シナリオ構築と防災減災戦略」

研究実施期間：2019年度～2021年度  
研究経費（間接経費込み）：102,669千円  
研究代表者：三宅淳巳（横浜国立大学）

# 研究目的と成果概要

## ■目的

化学物質流出による**産官公学の地域防災減災戦略**を社会総合リスクの観点から構築し、**環境社会リスク**として整理すること、さらに化学物質流出に対応する**各主体の実行可能性**を考慮した防災減災戦略をガイドライン（**環境社会リスク対応ガイドライン**）として発信する

## ■目標

**全体目標** 産官公学による地域防災減災戦略を社会総合リスクの観点からの構築及び実行可能性を考慮した防災減災戦略ガイドラインを作成する

**ST-1** マスターロジックツリーの作成による体系的な環境社会リスクシナリオの抽出と妥当性の検証

**ST-2** 化学物質総合リスク情報プラットフォームによる化学物質漏洩の減災戦略の立案および減災戦略に資する情報の提供

## ■本プロジェクトの成果概要

- ① 環境社会リスクの視点を導入し、**安全工学的手法を活用したリスクシナリオ**を抽出した
  - ・ **生活や社会活動・価値に与える影響**もあわせた総合的なリスクを特定
  - ・ 包括的・体系的な環境汚染リスクシナリオ抽出を行った
- ② 多様な環境汚染シナリオに適應した**リスク分析・シミュレーション手法の調査と高度化**を達成
  - ・ 大気拡散シミュレーションの高度化や当該技術の環境社会リスク分析への適用
- ③ 環境社会リスク低減に必要な事項を加えた**環境社会リスク対応ガイドラインの作成**
  - ・ 環境社会リスク対応への汎用的な方針を各主体(市民・行政・事業者)の視点で整理
- ④ **リスク情報プラットフォームの構築**
  - ・ 本研究成果(ガイドライン、Natechデータベース、教育動画)に加えて、**防災減災戦略の実装**において各主体が活用するための**リスク情報源**を整備



ハリケーンハービーによる  
石油タンク被害(2017/09)

# 研究の意義と研究内容

環境省環境保健部局、災害時に初動対応を担う消防である横浜市消防局、コンビナート等の保安規則に関連する高圧ガス保安協会、事業者である総合化学メーカー(2社)にヒアリングを行い、**化学物質漏洩による被害等に関するリスク分析・評価に関する課題**について抽出して以下に整理した。

## **【対応に必要な情報に関する課題】 → [本研究] ガイドライン策定、プラットフォームの構築**

漏洩対応では、**必要な情報は、漏洩する化学物質や事故等の対応ステージ毎に異なる**為に、行政は、以下の仕組みを整理・構築する必要がある。

- 対応を速やかに実施出来るように行政間での速やかな連携を行う為に、国、都道府県、市町村で取り扱う情報を整理
- 対象地域において、化学物質対象事業者、インフラ事業者、市民等で、環境汚染に対応するために必要な情報を迅速に対応するための仕組みを構築
- 行政と化学物質事業者で地域安全のために必要な内容と共有のタイミングを共有しておく必要

## **【対応の制度に関する課題】 → [本研究] 環境社会リスクの導入、ガイドラインおよびプラットフォームの活用**

必要な**情報を活用するための具体的な対応制度**を構築し、行政が主導し、平常時から連携・訓練しておく必要がある

- 津波対策及び自然災害に対する対策は関係各機関で異なるため、ガイドライン等の指針が必要
- 各機関がそれぞれ収集した情報の提供手段の強化が必要
- 消防活動と環境リスク低減など目的の異なる活動が混在するので、その時々<sup>の</sup>優先順位を共有することが重要。

## **【シミュレーションの高度化に関する課題】 → [本研究] リスク分析手法の高度化**

**多様なリスクシナリオを迅速に分析し、対応に活用するための情報を提供する手法**の高度化が必要である

- 漏洩した物質が時間と共に変化する場合、反応後の情報が不足しており、**燃焼生成物、発生ガスの種類と濃度等**を迅速に同定あるいは予測できる手法が望まれる。シミュレーション技法は迅速でかつ簡易的なものが望まれる。

# サブテーマ1 及び 2 の研究内容

## 環境社会リスクアセスメントに基づく防災減災戦略ガイドライン策定と情報発信

	サブテーマ1 概念構築とリスク対応方針整理	サブテーマ2 技術・データ開発と事例検討
① 化学物質の漏洩による環境汚染に関する体系的整理	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 化学物質の危険性の整理</li> <li>● 漏洩拡散の体系的整理               <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 化学物質の環境への漏洩シナリオの整理</li> <li>・ Natechデータベースの構築</li> </ul> </li> <li>● 化学物質漏洩に関する検討による漏洩防止の高度化</li> <li>● 環境社会リスク検討への漏洩シナリオの提供</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 化学物質漏洩に関する影響度評価に向けたデータ収集</li> <li>● 影響度評価技術の高度化               <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 環境社会リスクを考慮した反応暴走解析</li> </ul> </li> </ul>
② 影響を受ける社会構造の整理	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 社会構造要素の体系的整理               <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 社会の構成要素</li> <li>・ 社会の構造要素間の関係の整理</li> </ul> </li> </ul>	
③ 影響に関する環境社会リスクの特定	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 影響に関する環境社会リスクの特定</li> </ul>	
④ 環境社会リスク顕在化シナリオの分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 環境社会リスク顕在化シナリオの分析</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 水害シミュレーション</li> <li>● アンモニアの拡散シミュレーション</li> <li>● 地域社会への環境社会リスクに関する考察</li> </ul>
⑤ 環境社会リスク対応の検討	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 分析を基に各主体の活動の要点の検討</li> <li>● 環境社会リスク対応ガイドラインの作成・試行と実装</li> </ul>	
⑥ 重要な社会機能を守るための要点の分析及び対応に必要なツール開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 環境社会リスク対応のためのツール開発と公表               <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 環境社会リスク対応ガイドライン</li> <li>・ 環境社会リスクの紹介ビデオ</li> <li>・ 環境社会リスク顕在化のリスク分析ロジックツリー図の提供</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 化学物質リスク情報プラットフォームの構築</li> <li>● 簡易緊急対処法システムを用いた拡散シミュレーションツール</li> </ul>

# 成果

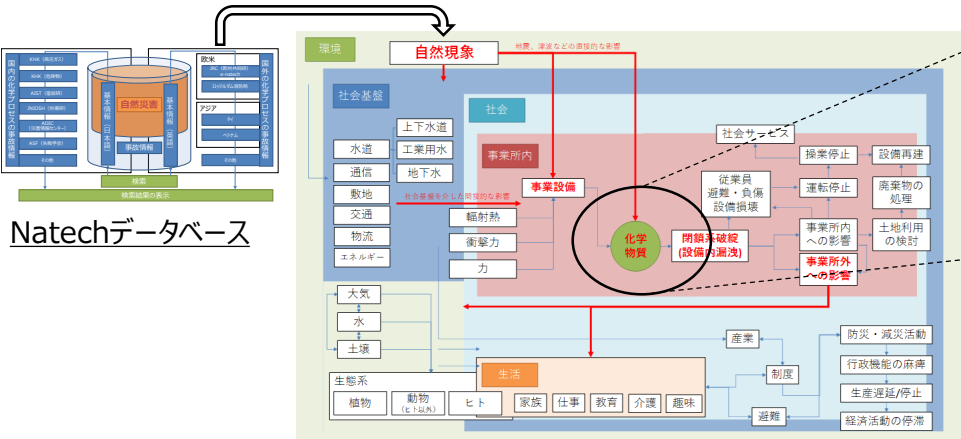
- ① 化学物質の漏洩による環境汚染に関する体系的整理
- ② 影響を受ける社会構造の整理
- ③ 影響に関する環境社会リスクの特定

## サブテーマ1

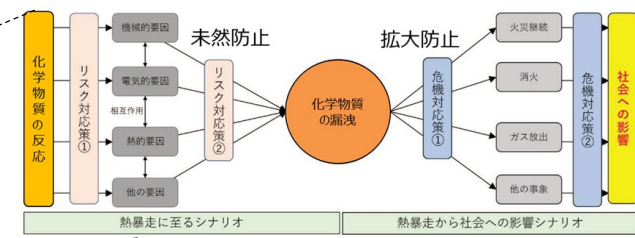
- ✓ 社会構造要素の体系的整理
- ✓ 社会の構成要素
- ✓ 社会の構成要素間の関係の整理

## サブテーマ2

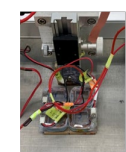
- ✓ 化学物質漏洩に関する影響度評価に向けたデータ収集
- ✓ 影響度評価技術の高度化



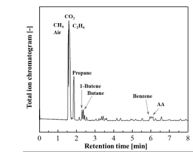
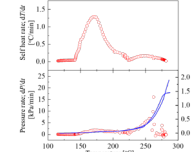
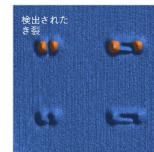
環境、社会基盤、社会、生活へ与える影響を体系的に示した関係図



化学物質漏洩に関するBow-tieモデル



き裂検出技術



反応暴走解析技術

## 知見・技術・提言1-1 「化学物質の環境に影響をもたらす化学物質と漏洩シナリオの把握の体系的把握」

多様な化学物質の環境汚染から地域を守るためには、その地域で発生する可能性のある汚染形態を事前に整理しておく必要がある。そのためには、対象地域における環境汚染対応の必要となる化学物質を把握し、化学物質漏洩の原因と漏洩形態を体系的に整理する必要がある。

## 知見・技術・提言1-2 「化学物質の環境への漏洩に関する影響評価および対応に必要な研究・技術開発の必要性」

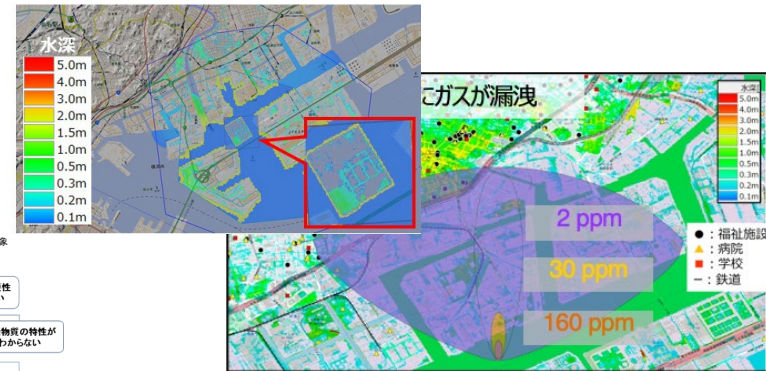
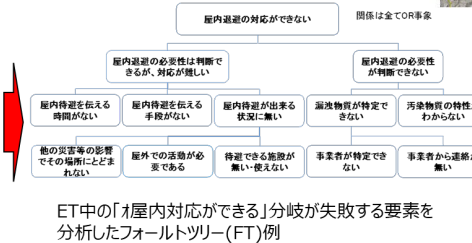
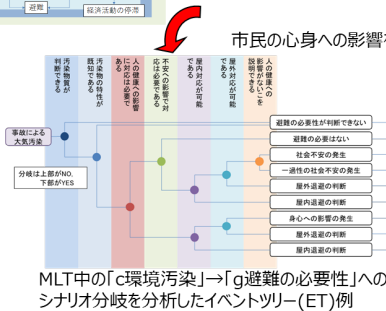
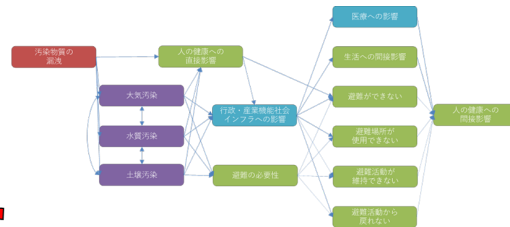
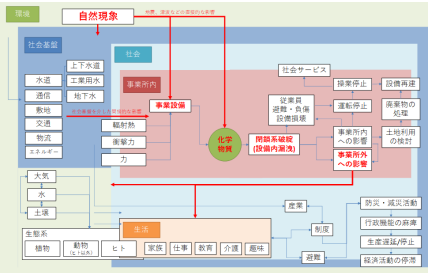
対象とする化学物質の環境への漏洩シナリオについて適切に対応するためには、事前の漏洩防止に係る活動の高度化に加え、漏洩時の影響を的確かつ迅速に把握し対応する技術の研究・開発による高度化が必要。

### サブテーマ1

#### ✓ 環境社会リスク顕在化シナリオの分析

### サブテーマ2

- ✓ 水害シミュレーション
- ✓ アンモニアの拡散シミュレーション
- ✓ 地域社会への環境社会リスクに関する考察



水害シミュレーションとガス拡散によって  
様々な施設への影響をシミュレーション

### 知見・技術・提言2-1「環境汚染が社会にもたらす影響の体系的把握と対応体制の整理」

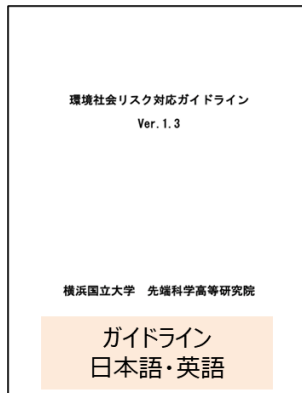
化学物質の漏洩による環境汚染リスクに対し、地域安全を確保するためには、まず、環境汚染が社会に与える影響を社会の各構成要素に対する影響やその連鎖を体系的に把握することが必要である。また、このリスクに対応するために必要な体制を事前に構築しておく必要がある。

### 知見・技術・提言2-2「環境汚染がもたらす環境社会リスクの分析・評価の実施」

現代社会では、社会に重要な影響をもたらす事象に対しては、その影響の進展シナリオを分析し、その対応の課題を明らかにしておく必要がある。

### サブテーマ1

- ✓ 環境社会リスク対応のためのツール開発と公表
  - 環境社会リスク対応ガイドライン
  - 環境社会リスクの紹介ビデオ
  - 環境社会リスク顕在化のリスク分析口  
ジックツリー図の提供



### サブテーマ2

- ✓ 化学物質リスク情報プラットフォームの構築
- ✓ 簡易緊急対処法システムを用いた拡散シミュレーションツール

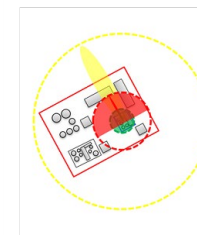
#### リスク情報プラットフォーム



Explanation of color		Plant	
Yellow	select from pull down	Yellow	A
Blue	input value	Equipment	T-101
Red	output value	Substance	1000
Obtain intradata	Leakage rate	Red	1g/min
Cal dispersion	Hole diameter	Blue	3.0 mm
Draw consequence	Wind direction	Blue	SE
Evacuation, Isolation	Wind speed	Blue	1.5 m/sec
	Atmospheric sta	Blue	1

Thresholds	Calculation results	
	Concentration	Distance
PAC-3	100 ppm	100 m
PAC-2	250 ppm	250 m
PAC-1	500 ppm	500 m



### 知見・技術・提言3-1 「環境社会リスク顕在化シナリオ及び重要な社会機能を守るための要点の分析」

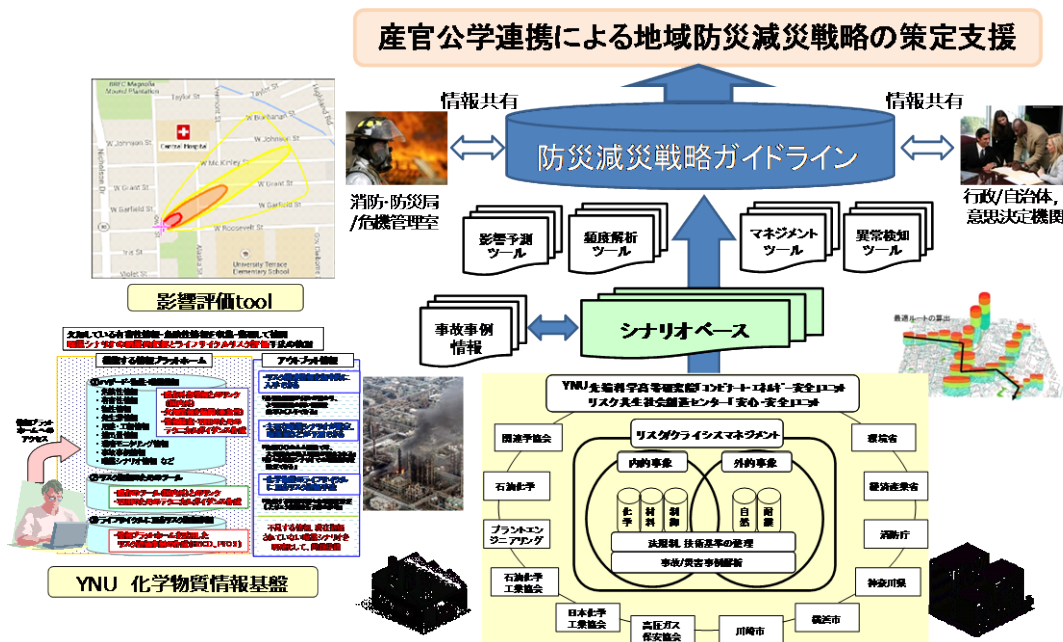
環境社会リスクに適切に対応するためには、各主体が実施すべき活動とそのタイミングを検討し必要な準備を行なうと共に、その障害となる事象への対応を準備する必要がある。

### 知見・技術・提言3-2. 「環境社会リスク対応に必要なツール開発について」

限られたリソースの中で環境汚染の社会影響への対応には、各対応主体の活動を支援する仕組みの駆逐と共に、対応に必要なツールやシステムを開発し、提供する必要がある。

# 本研究成果の社会実装

- 本研究は、川崎臨海部コンビナートを例に、自治体消防や危機管理室、環境部局等と連携し、実行可能性を考慮した**環境社会リスク対応ガイドライン**を作成した。
- 環境社会リスク対応ガイドライン（日本語及び英語）を横浜国立大学先端科学高等研究院リスク共生社会創造センターHPに公表した。
- 本研究構想は、今回で終るわけではなく、  
**本学リスク共生社会創造センターにおいて、更新・改善を継続し、随時一般に公開し、その活用を図ると共に、本学が立ち上げたNPO等を活用し、社会実装を推進する**





# 環境行政等への貢献



Institute of  
Advanced  
Sciences  
Yokohama National University



## <行政等が既に活用した成果>

環境省は、大規模自然災害等により化学物質の漏洩・流出事故が発生する可能性が高まっていることを踏まえ、地方自治体の環境部局による化学物質流出事故等への対応を充実・強化するため、平成21年に作成した「自治体環境部局における化学物質に係る事故対応マニュアル策定の手引き」を見直し、**令和4年3月「地方公共団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」**が公表された。**本マニュアル策定にあたり、研究代表者の三宅淳巳教授と研究分担者の稗貫峻一客員准教授が検討委員として参画し、本研究の成果を本マニュアル作成へ還元した。**具体的には、化学物質流出事故の状況や種類に応じて実施すべき対策が異なるため、「発生源が直ちに特定できる場合」と「原因が特定しにくい場合」の視点で対策を大別することの重要性を助言した。また、本マニュアルの参考資料4「災害・事故に関する情報源」に関して関連情報を提供した。さらに、環境部局における事故対応の主な流れ（P24図3.1）の作成に対して、環境部局の対応事項を助言した。

## <行政等が活用することが見込まれる成果>

石油コンビナート防災は、石油コンビナートを管轄する県及び市町村の防災、保安、消防及び環境部局等の対応が不可欠である。本研究成果物は、未然防止、拡大防止、緊急対応、復旧の各段階の中で、各主体がどのように対応すべきかを整理しており、県及び市町村の各部局の対応及び各部局同士の連携へ活用されることが見込まれる。検討が進んでいる具体事例として、**神奈川県くらし安全防災局と本学の連携を開始し、本研究成果を2022年8月に神奈川県主催セミナーにて発表**することを予定している。また、**川崎市環境局は自主的にコンビナート防災対策を検討しており、川崎市環境局が作成しているガイドラインの作成に貢献した。**

## <今後の成果物の活用>

環境汚染がもたらす社会影響への対策を合理的に実施するためには、まず汚染被害の拡大に繋がるシナリオを洗い出したり、対応の要点を整理したツールを整備し活用する必要がある。

この対応に必要なツールとして、本研究では、以下のものを整備した。

- ① **環境社会リスク対応ガイドライン**
- ② **対応に必要なツール開発**

→**横浜国大先端科学高等研究院リスク共生社会創造センターのHPにて公開。**本学のセンターにおいて、更新・改善を継続し、随時一般に公開し、その活用を図ると共に、本学が立ち上げたNPO等を活用し、社会実装を推進する

■ 誌上発表 <論文 (査読あり) >

1. M. Fujita, Y. Izato, A. Miyake, Kinetic analysis of the spontaneous thermal polymerization of acrylic acid, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, published online (2021)  
<https://doi.org/10.1007/s10973-020-10534-z> IF=4.626 (Q1)
2. M. Fujita, Y. Izato, A. Miyake, Thermal and evolved gas analyses on Michael addition oligomers of acrylic acid, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, published online (2021) <https://doi.org/10.1007/s10973-020-10412-8> IF=4.626 (Q1)
3. M. Ando, M. Fujita, Y. Izato, A. Miyake, A kinetic model for the autocatalytic behavior of nitric acid/formic acid mixtures to predict induction period, Process Safety and Environmental Protection, 151, pp.182-187 (2021)  
<https://doi.org/10.1016/j.psep.2021.05.012> IF=6.158 (Q1)
4. Ochiai, N, Nakayama, J, Izato, Y, Miyake, A. Lessons learned from the 2011 Great East Japan Earthquake: A case study of tsunami risk assessment in a Japanese chemical corporation. *Process Saf Prog.* 2021; 1-10. <https://doi.org/10.1002/prs.12315> IF=1.344 (Q3)

■ 学会発表

1. 中山穰、塩田謙人、半井豊明、伊里友一郎、三宅淳巳、ポータブル気象観測計を用いたリアルタイム影響分析システムの開発、2021年度日本火災学会研究発表会、Web開催、2021年5月
2. 塩田謙人、中山穰、稗貫峻一、伊里友一郎、笠井尚哉、小林剛、野口和彦、澁谷忠弘、三宅淳巳、自然災害由来の化学物質流出に関する環境社会リスクシナリオ抽出と事例検討、第29回環境化学討論会、Web開催、2021年6月
3. 中山穰、塩田謙人、半井豊明、伊里友一郎、三宅淳巳、リアルタイム影響分析システムを用いたダイナミックリスクアセスメント手法の構築、安全工学シンポジウム2021、Web開催、2021年7月
4. 塩田謙人、稗貫峻一、中山穰、伊里友一郎、笠井尚哉、小林剛、野口和彦、澁谷忠弘、三宅淳巳、Natechデータベースとリスク分析手法に基づく環境社会リスクシナリオの抽出、安全工学シンポジウム2021、Web開催、2021年7月
5. 中山穰、野口和彦、澁谷忠弘、三宅淳巳、化学物質流出シナリオに基づくコンビナート周辺地域の防災減災戦略ガイドライン、第34回日本リスク学会年次大会、Web開催、2021年11月
6. 稗貫峻一、中山穰、野口和彦、澁谷忠弘、三宅淳巳、化学物質流出事故の防災減災に向けた環境社会リスク対応、環境科学会2022年会シンポジウム (依頼)

## ■「国民との科学・技術対話」の実施

- 1) 三重県保安対策セミナーにて講演「化学災害とリスクマネジメント」(主催:三重県、2019年7月18日、参加者約100名)
- 2) 消防庁消防大学校講義「燃焼理論」、「消防とリスクマネジメント」(主催:消防庁消防大学校、2019年7月12日、2019年11月22日、聴講者約50名)
- 3) ケミカルマテリアルJapan2019・産業安全フォーラムにおいて講演「化学災害とリスクマネジメント」(主催:化学工業日報社、2019年9月18日、パシフィコ横浜、参加者約200名)
- 4) 産業安全塾にて講演「化学プロセス安全の基本と産業安全環境の醸成」(2019年10月17日)
- 5) プラント運転の安全と高度化を考える講演会2019において講演「プラント事故とリスクマネジメント」(主催:横浜国立大学先端科学高等研究院、共催:計測自動制御学会、2019年12月13日、参加者約80名)
- 6) 東京消防庁化学災害技術研修「有害物質について」(主催:東京消防庁消防学校、2020年1月、聴講者約50名)
- 7) 一般公開シンポジウムにて講演「プラント安全・防災・災害対策の最新動向」(主催:横浜国立大学先端科学高等研究院、2020年2月14日、横浜国立大学 大会館ホール、参加者約140名)
- 8) 茨城県高圧ガス保安推進セミナーにて講演「リスク共生社会におけるスマート産業保安」(主催:茨城県、2020年2月20日、参加者約100名)
- 9) ケミカルマテリアルJapan2020・産業安全フォーラムにおいて講演「化学分野における産業安全の海外展開」とパネルディスカッション「海外製造拠点における安全の取り組み」座長(主催:化学工業日報社、2020年10月19日～11月18日、オンライン開催)
- 10) 消防庁消防大学校講義「燃焼理論」、「消防とリスクマネジメント」(主催:消防庁消防大学校、2020年11月26日、聴講者約50名)
- 11) 産業安全塾にて講演「爆発災害とリスクアセスメント」(2020年12月15日)
- 12) 東京消防庁化学災害技術研修「有害物質について」(主催:東京消防庁消防学校、2021年1月、聴講者約50名)
- 13) フォーラム環境塾「環境と安全」(2021年6月16日)
- 14) 消防庁消防大学校講義「燃焼理論」、「消防とリスクマネジメント」(主催:消防庁消防大学校、2021年7月6日、2021年12月3日、聴講者約50名)
- 15) 横浜国立大学先端科学高等研究院第1回公開シンポジウム「環境社会リスクの視点から考える石油コンビナート防災」(2021年7月16日)
- 16) ケミカルマテリアルJapan2021・産業安全フォーラムにおいて講演「日タイスマート保安コンソーシアム設立の意義と今後の展望」(主催:化学工業日報社、2021年10月18日～10月29日、オンライン開催)
- 17) 産業安全塾にて講演「化学プロセス安全の基本と産業安全環境の醸成」(2021年11月30日)
- 18) 横浜国立大学先端科学高等研究院第2回公開シンポジウム「環境社会リスクの視点から考える環境汚染対応」(2021年11月5日) **(S17との連携)**
- 19) 富山県消防連絡協議会「事事例から学ぶリスクマネジメント」(2021年11月24日)
- 20) 東京消防庁化学災害技術研修「有害物質について」(主催:東京消防庁消防学校、2022年2月、聴講者約50名)

## ■環境省および関係自治体・協会との打ち合わせ

- ・ 横浜市消防局 & 高圧ガス保安協会、プロジェクトの連携に関する意見交換、2019年8月16日、於:横浜国立大学
- ・ 環境省保健局、環境政策への貢献とガイドラインの連携に関する意見交換、2019年9月17日、於:環境省
- ・ 横浜市消防局、プロジェクトの進捗に関する意見交換、2019年12月23日、於:横浜国立大学
- ・ 環境省資源再生循環局、環境政策への貢献とガイドラインの連携に関する意見交換、2020年3月31日、於:環境省
- ・ 川崎市消防局、ガイドラインに関する意見交換、2021年11月17日
- ・ 川崎市環境局、ガイドラインに関する意見交換、2021年11月25日
- ・ 日本化学工業協会及び石油化学協会との打合せ、2022年2月17日
- ・ 神奈川県くらし安全防災局との打合せ、2022年2月18日
- ・ 環境省環境安全課との打合せ、2022年2月21日

# 成果の詳細①

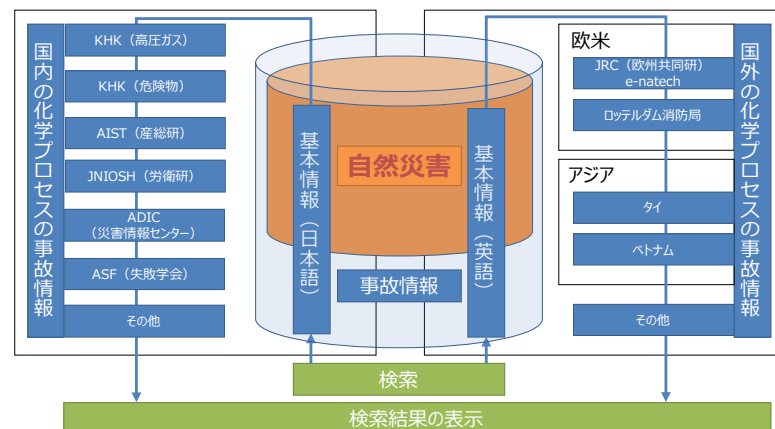
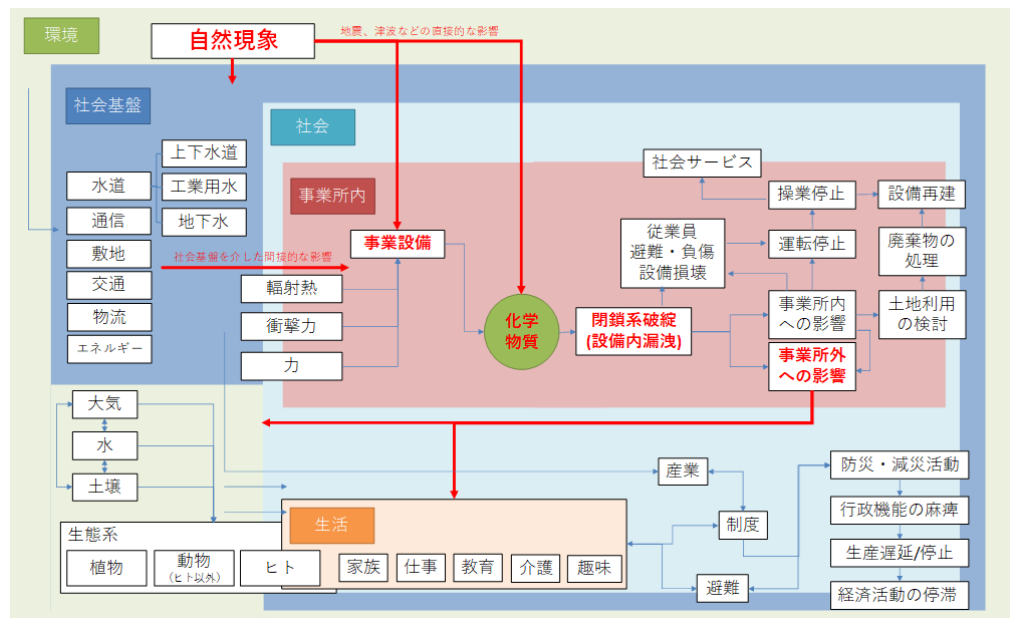
## 化学物質の漏洩による環境汚染に関する体系的整理 (サブテーマ1)



Institute of  
Advanced  
Sciences  
Yokohama National University



- 自然災害から化学物質の漏洩、さらにその影響が環境、社会基盤、社会、生活へ与える影響を体系的に示した関係図を作成し、環境社会リスク分析の基礎資料とした。関係図は原因系と結果系を化学物質漏洩で結びつけることが可能なBow-tieモデルを参考に作成した。
- 自然災害由来の災害・事故(Natech)の情報を体系的に整理し、抽出した390件の事故事例と進展するシナリオをマスターロジック分析(後述)に適用することで、その妥当性を検証した。抽出したNatech由来の事故事例390件の情報はデータベースとして整備した



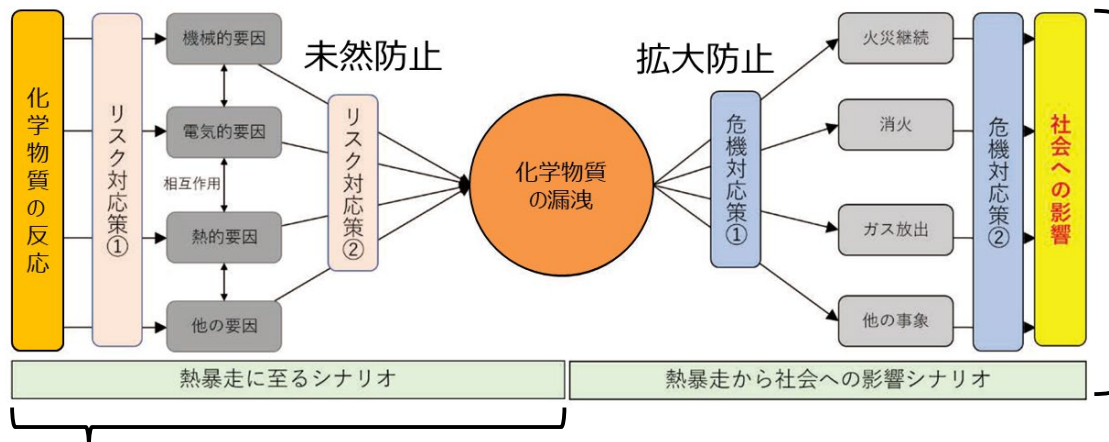
Natechデータベースの概要

環境、社会基盤、社会、生活へ与える影響を体系的に示した関係図の例

# 成果の詳細①

## 化学物質の漏洩による環境汚染に関する体系的整理 (サブテーマ2)

### 影響度評価技術の高度化



- 簡易緊急対処システムを用いた拡散シミュレーション
  - ✓ 事業所内の緊急避難支援ツールの開発協力 ⇒ 三菱ケミカル(株)が開発中のMSTEEM (仮)
  - ✓ 消防支援のためのシステムの開発 ⇒ 大気拡散・火災・爆発評価ソフトALPHAと市販の気象観測装置とを繋いだ「簡易緊急対処システム」

### ● 化学物質の暴走反応メカニズムの詳細な理解

- ✓ 暴走反応機構理解を基にした事故進展シナリオの構築 ⇒ 社会的ニーズのあるアクリル酸化合物を例とした実験的解析, 影響度評価に重要な生成物・ガスを特定

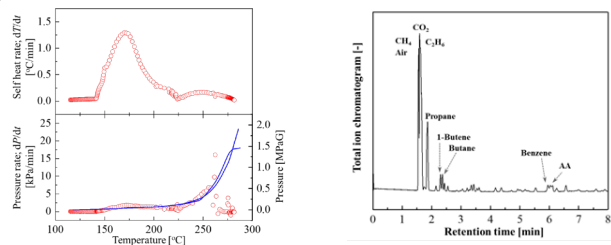


図 アクリル酸化合物をモデルとした反応暴走解析結果

### ● 化学物質漏洩に関する検討による漏洩防止の高度化(サブテーマ1)

- ✓ 発生する渦電流の分布を制御した一様渦電流探傷プローブを開発 ⇒ アルミニウム板及び鉄鋼板の亀裂を良好に検出

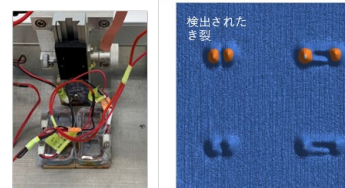


図 作製した一様回転渦電流プローブとき裂検出結果

# 成果の詳細②、③ 影響を受ける社会構造の整理と影響に関する 環境社会リスクの特定(サブテーマ1)



環境汚染時に検討・分析すべきリスクを明確にするため、存在するリスクを社会構造の要素毎にその機能や要求が阻害される事項として特定し、整理した。

環境社会リスクに基づくと、直接的な環境汚染のみならず、幅広いリスクに対応する必要があることがわかった。

## 【特定された環境社会リスク一覧】

### 1) 市民

- ① 生命・健康の損失
- ② 生命・健康への不安
- ③ 健全な生活が維持できない
- ④ 生活の利便性の喪失
- ⑤ 生活収支の悪化

### 2) 行政（国、都道府県、市町村）

- ① 汚染が発生時に市民安全の確保に失敗
  - ・必要な情報を発信できない
  - ・必要な対策ができない
- ② 事業者の安全活動を支援できない
- ③ インフラ事業の継続に必要な支援が出来ない
- ④ 一般事業者の事業継続の支援が出来ない
- ⑤ 福祉等の社会運営を支援できない
- ⑥ 経済への悪影響に対する対応が出来ない
- ⑦ 行政の本来機能が継続できない

### 3) 化学物質取扱事業者

- ① 化学物質漏洩を防げない
- ② 化学物質の敷地外漏洩を防げない
- ③ 行政に必要な汚染に関する情報を発信できない
- ④ 近隣に必要な汚染対応の情報が発信できない
- ⑤ 行政の環境汚染対応を支援できない
- ⑥ 自社の事業を継続できない
- ⑦ 従業員の安全を確保できない

### 4) インフラ事業者

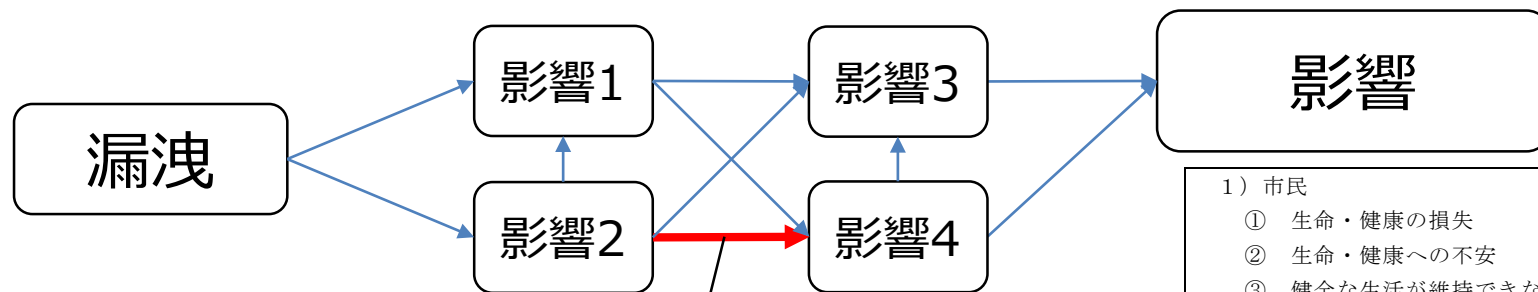
- ① インフラ事業を継続できない
- ② インフラの迅速な復旧ができない
- ③ 顧客の安全を守れない
- ④ 社員の安全が確保できない

### 5) 一般事業者

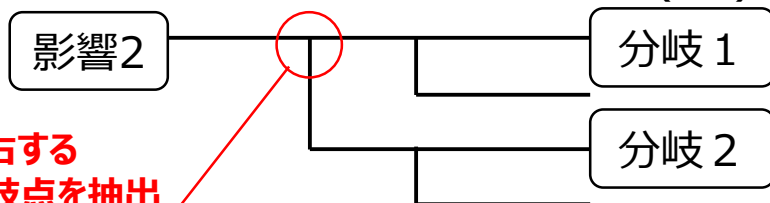
- ① 事業の継続ができない
- ② 顧客の安全が確保できない
- ③ 社員の安全を守れない

# 成果の詳細④ 環境社会リスク顕在化シナリオの分析(サブテーマ1)

## リスクシナリオの体系的抽出：マスターロジック(ML)分析



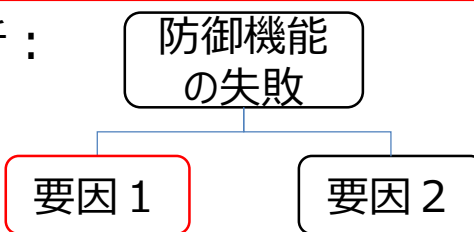
## シナリオ進展と分岐要件の分析：イベントツリー(ET)分析



影響を左右する  
重要な分岐点を抽出

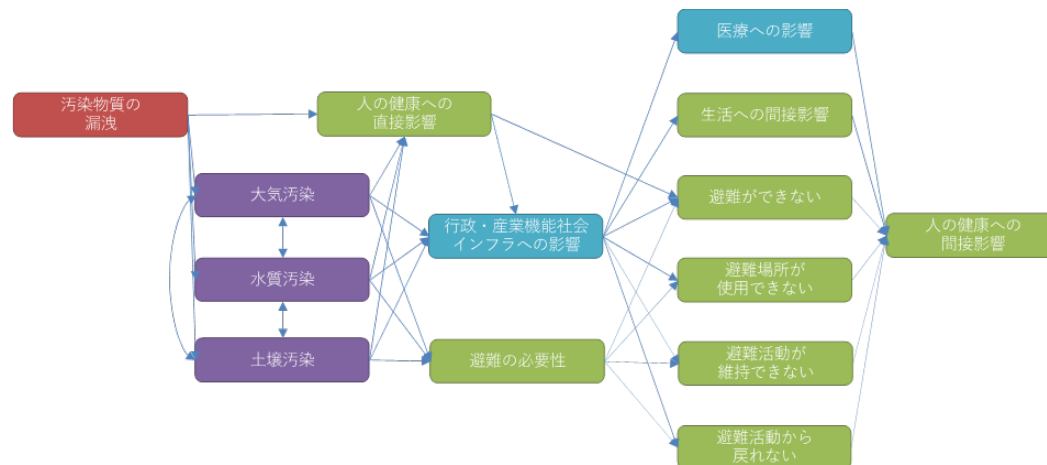
## 防御機能が失敗する可能性分析： フォールトツリー(FT)分析

防御失敗に至る  
必要十分条件を特定

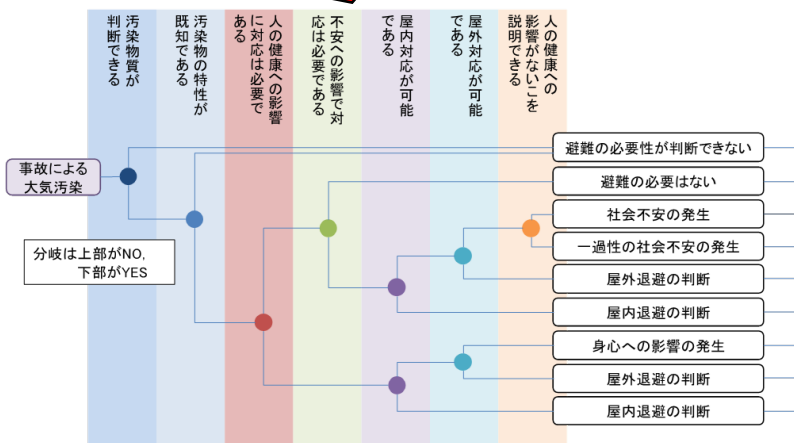


- 1) 市民
- ① 生命・健康の損失
  - ② 生命・健康への不安
  - ③ 健全な生活が維持できない
  - ④ 生活の利便性の喪失
  - ⑤ 生活収支の悪化
- 2) 行政（国、都道府県、市町村）
- ① 汚染が発生時に市民安全の確保に失敗
    - ・ 必要な情報を発信できない
    - ・ 必要な対策ができない
  - ② 事業者の安全活動を支援できない
  - ③ インフラ事業の継続に必要な支援が出来ない
  - ④ 一般事業者の事業継続の支援が出来ない
  - ⑤ 福祉等の社会運営を支援できない
  - ⑥ 経済への悪影響に対する対応が出来ない
  - ⑦ 行政の本来機能が継続できない

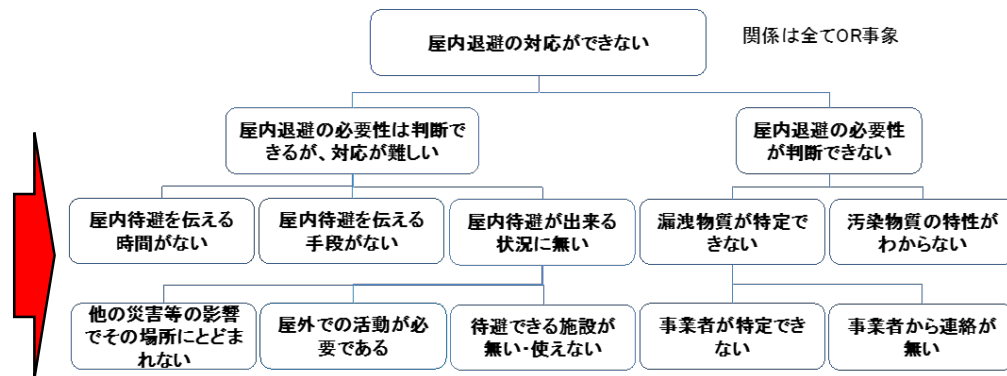
# 成果の詳細④ 環境社会リスク顕在化シナリオの分析(サブテーマ1)



市民の心身への影響を分析したマスターロジックツリー(MLT)例



MLT中の「c環境汚染」→「g避難の必要性」へのシナリオ分岐を分析したイベントツリー(ET)例



ET中の「o屋内対応ができる」分岐が失敗する要素を分析したフォールトツリー(FT)例



# 成果の詳細④

## 環境社会リスク顕在化シナリオの分析(サブテーマ2)

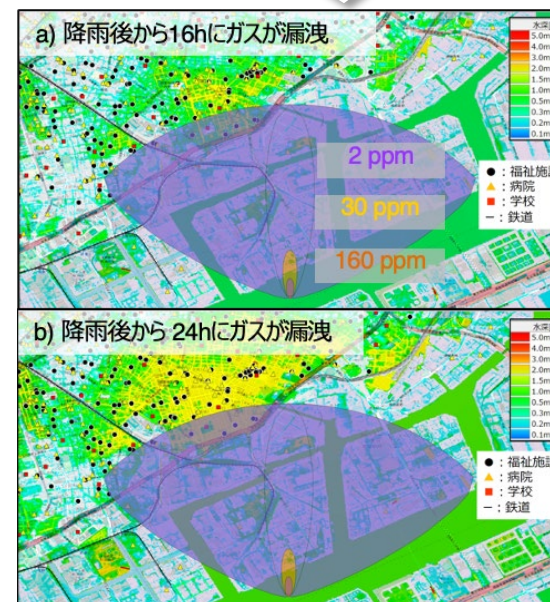


Institute of  
Advanced  
Sciences  
Yokohama National University



### ● 水害シミュレーション+アンモニアの拡散シミュレーション

- ▶ 京浜川崎地区をモデルにシミュレーションを実施
- ▶ 横浜地方気象台の月最大24時間降水量を1.2倍※した量の降水を想定  
(※2018年の西日本豪雨の各地の観測史上更新の平均値)
- ▶ 今回の評価では河川の氾濫・高潮等による浸水の影響は加味していない
- ▶ 液体アンモニアがタンクから漏洩したことを想定して大気拡散シミュレーションを実施
- ▶ アンモニアの急性暴露ガイドラインレベルの1(30 ppm),2(160 ppm)と、環境社会への影響も考慮し臭気強度3(人が容易に感知できる濃度:2 ppm)を評価項目とした
- ✓ それぞれの結果と川崎市沿岸部の福祉施設、病院、学校、鉄道情報を地理情報システム「QGIS」を用いて、拡散シミュレーション結果を地図上へマッピング
- ✓ 降雨開始から16, 24時間経過後にアンモニアが拡散した場合の影響結果を表示
- ✓ いずれの場合もアンモニアの急性毒性(橙色と黄色の領域)は事業所付近にとどまるが、アンモニアの臭気が住宅街や福祉施設、病院、学校まで到達する可能性がある



### ● 地域社会における環境社会リスクに関する考察

- ✓ 浸水のみの場合には、行政としてインフラ確保、人員確保、避難指示等の発令、避難所の設営と運営支援、避難行動要支援者の品難支援等の一般的な自然災害対応を浸水の影響度を鑑みながらの対応が必要である
- ✓ 水害発生時に化学物質が漏洩した場合、行政及び事業者は周辺住民や重要インフラへの早急な連絡、および屋内・屋外避難を要請するために、近隣住民へのアナウンスを実施する必要がある
- ✓ 化学物質の漏洩が収まった場合、行政または事業者は環境中の化学物質濃度を測定し、状況が回復に至っているか判断する必要がある
- ✓ 化学物質の除去や無害化への対応、早急に現状復帰へ対処、被害を受けた住民等への補償対応も求められる

- 体系的シナリオ抽出と分析結果を基に、**各社会構成要素のリスク対応活動の要点**を分析した。
- 環境汚染対応の活動主体として、**行政、化学物質取扱事業者、インフラ事業者、一般事業者、市民**の5つを取り上げた。
- 活動内容を **(1) 漏洩事象発生事前に実施すべき活動、(2) 化学物質漏洩時の活動、(3) 敷地外汚染発生・拡大時の活動、(4) 復旧時の活動**の4つのフェーズに分けて分析・整理した。
- これによって、汚染対応の活動は、汚染が発生した際の活動について議論されることが多いが、環境汚染による社会的影響を小さくするための対応として、**事前の準備活動や状況の変化を先取りした適切な対応**が必要であることも明らかになった。

### 行政視点の活動要点例

#### (1) 漏洩事象発生以前の対策の必要性

- ① その地域に存在する化学物質と環境汚染の可能性の把握
  - ・化学物質漏洩の原因と漏洩形態を体系的に整理
  - ・事故に加えて自然災害を原因とする漏洩形態を整理
- ② 漏洩した化学物質の環境社会リスク対応の基本フレームの構築
  - ・市民安全・避難等の判断の仕組みの構築
  - ・化学物質漏洩時の市民活動の支援体制の構築と周知
  - ・社会活動への影響の検討
  - ・社会運営を円滑に実施するための環境汚染の行政への影響の整理
  - ・行政と化学物質取扱事業者の情報連携対策の構築
  - ・準備している対応の実効性の評価と改善
  - ・必要な教育・訓練の実施

#### (2) 漏洩事象発生直後の対応

- ① 漏洩事象等の状況把握
  - ・化学物質取扱事業者との情報共有
  - ・周辺状況の把握 (屋内退避が難しい状況発生の有無 等)
- ② 対応体制の構築
  - ・漏洩事象対応体制の立ち上げ
  - ・漏洩事象の敷地外への影響拡大の判断
  - ・環境汚染対応組織の立ち上げ準備

#### ③ 対応の検討・実施

- ・化学物質取扱事業者の漏洩防止対応の状況確認
- ・状況の悪化に対する準備
- ・漏洩事象発生時に必要な情報の広報

#### (3) 環境汚染への対応

- ① 状況の把握
  - ・現在の汚染状況と今後の汚染拡大の予想
  - ・汚染が社会活動や市民生活に及ぼす影響の検討
- ② 対応体制の構築
  - ・国、都道府県、市町村による必要な体制を立ち上げる
- ③ 対応の実施
  - ・市民の避難に間に合うタイミングで避難等に関する情報を発信する
  - ・市民安全に必要な対策を行なう
  - ・重要インフラ維持のために必要な対応を実施する
  - ・除染等の環境汚染対応活動の実施
  - ・対応活動における環境汚染の拡大の防止 etc.

#### (4) 環境汚染終結時の対応

- ① 環境の測定による環境安全性の判断
- ② 安全宣言の発出
- ③ 対策組織の解散

### ● 環境社会リスク対応ガイドライン

- ▶ 環境汚染対応として定まっていることをマニュアルとして整理しただけでは無く、環境汚染対応として必要な項目を整理し、今後どのような検討をどのような仕組みの中で行なうかということも記述している
- ▶ 環境施策における平時の活動や事故・災害における環境汚染が広がった状況への対応に加えて、事故・災害発生直後の短期間の活動を強化する
- ▶ 防災対応に環境視点を取り込んでいる
- ▶ 環境汚染の影響を体系的に整理した
- ▶ 環境汚染の影響から人の健康や生活、社会活動を守るために必要な活動を体系的に整理し、行政、化学物質保有事業者、インフラ事業者、一般事業者、市民の活動主体毎にその要点を示している
- ▶ 特定の化学物質に限定することなく、化学物質の特性に対応できる活動を整理している
- ▶ 化学物質漏洩の原因として、事故や自然災害等を考慮している

### ● Natechデータベース

国内の各種事故・災害データベースからNatech由来の事故に関する390件の情報を抽出したデータベースを構築した

### ● 環境社会リスクを解説するアニメーションビデオ

事故や漏洩したという事実等による社会生活への影響、化学物質の漏洩に伴う環境や社会生活への間接的、二次的な被害が生じ得る事例の周知と対応策に資する情報提供を目的とした環境社会リスクの事例紹介ビデオコンテンツを作成した。

環境社会リスク対応ガイドライン  
Ver. 1.3

横浜国立大学 先端科学高等研究院

ガイドライン  
日本語・英語



## 環境社会リスク顕在化シナリオの分析、重要な社会機能を守るための要点の分析及び対応に必要なツール開発(サブテーマ2)



### ⑥環境社会リスク顕在化シナリオの分析、重要な社会機能を守るための要点の分析及び対応に必要なツール開発

#### ● 化学物質リスク情報プラットフォームの構築

- ✓ 横浜国立大学では、平成19年9月に採択された文部科学省「事業者の化学物質リスク自主管理の情報基盤」に基づき、**化学物質リスク情報プラットフォームを構築した**
- ✓ **環境社会リスク対応ガイドライン含む本研究成果物の公表**とともに、**新たな国内外の最新動向を整理し、大幅にアップデートした**

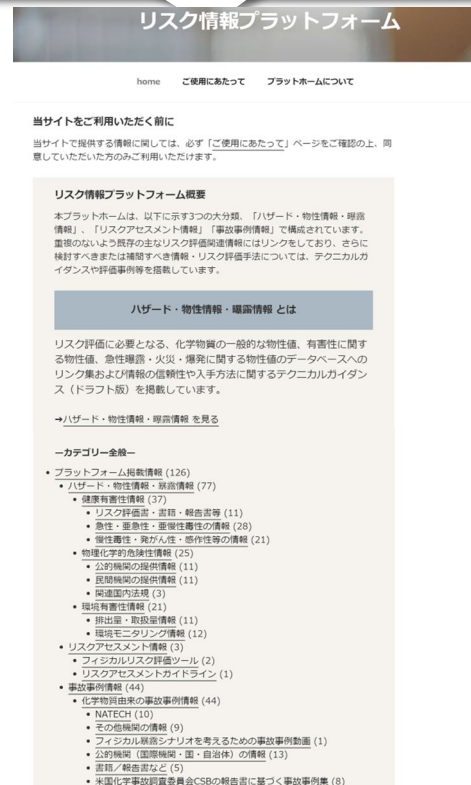
本研究より追加された情報

- 環境社会リスクに基づく全リスクシナリオ
- 環境社会リスク対応ガイドライン
- Natechデータベース
- 更新された各種化学物質のハザードデータ
- 最新事故事例
- 化学物質流出に関する動画

- ✓ 化学物質を管理する行政や事業者等が化学物質の自主的な管理を促進することを支援

プラットフォーム掲載情報

- ハザード・物性情報・曝露情報：事故による化学物質の非定常流出、火災、爆発危険性の影響評価に必要な情報源
- 事故事例情報：Natechデータベースを含む国内外で発生した事故情報及び事故情報サイトを集約
- 化学物質のリスクアセスメント結果、化学物質の非定常流出等の事故影響を評価するためのツール等を掲載
- ライフサイクルにわたるリスク評価の考え方や評価手法を掲載



# 研究成果に基づく政策提言

## **知見・技術・提言1-1** 「**化学物質の環境に影響をもたらす化学物質と漏洩シナリオの把握の体系的把握**」

多様な化学物質の環境汚染から地域を守るためには、その地域で発生する可能性のある汚染形態を事前に整理しておく必要がある。そのためには、対象地域における環境汚染対応の必要となる化学物質を把握し、化学物質漏洩の原因と漏洩形態を体系的に整理する必要がある。

## **知見・技術・提言1-2** 「**化学物質の環境への漏洩に関する影響評価および対応に必要な研究・技術開発の必要性**」

対象とする化学物質の環境への漏洩シナリオについて適切に対応するためには、事前の漏洩防止に係る活動の高度化に加え、漏洩時の影響を的確かつ迅速に把握し対応する技術の研究・開発による高度化が必要。

## **知見・技術・提言2-1** 「**環境汚染が社会にもたらす影響の体系的把握と対応体制の整理**」

化学物質の漏洩による環境汚染リスクに対し、地域安全を確保するためには、まず、環境汚染が社会に与える影響を社会の各構成要素に対する影響やその連鎖を体系的に把握することが必要である。また、このリスクに対応するために必要な体制を事前に構築しておく必要がある。

## **知見・技術・提言2-2** 「**環境汚染がもたらす環境社会リスクの分析・評価の実施**」

現代社会では、社会に重要な影響をもたらす事象に対しては、その影響の進展シナリオを分析し、その対応の課題を明らかにしておく必要がある。

## **知見・技術・提言3-1** 「**環境社会リスク顕在化シナリオ及び重要な社会機能を守るための要点の分析**」

環境社会リスクに適切に対応するためには、各主体が実施すべき活動とそのタイミングを検討し必要な準備を行なうと共に、その障害となる事象への対応を準備する必要がある。

## **知見・技術・提言3-2.** 「**環境社会リスク対応に必要なツール開発について**」

限られたリソースの中で環境汚染の社会影響への対応には、各対応主体の活動を支援する仕組みの駆逐と共に、対応に必要なツールやシステムを開発し、提供する必要がある。