

平成**24**年度災害時における化学物質のリスク低減事業  
報告書

平成25年3月

大阪府環境農林水産部環境管理室環境保全課

## 目次

1 検討の概要 .....	1
(1) 目的 .....	1
(2) 本事業の検討項目 .....	1
① 大阪府化学物質管理制度と大規模災害に関する課題への対応 .....	1
② 本事業の展開について .....	4
(3) 本事業における検討の対象範囲について .....	5
2 被災地域での被害実態調査 .....	6
(1) 東日本大震災の地震・津波の状況 .....	6
(2) 工業施設の被害の状況調査 .....	8
① 工業施設に関する被害状況調査の概要 .....	8
② 工業施設における被害状況の概要 .....	10
③ 沿岸部地域と沿岸部以外の地域の被害状況（危険物施設における状況） .....	12
④ 地震・津波により発生した被害の内容 .....	13
⑤ 地震・津波の規模と被害状況の関係 .....	16
⑥ 工業施設の被害状況のまとめ .....	20
(3) 被災事業所の調査 .....	21
① 書面調査の概要 .....	21
② 書面調査結果 .....	21
③ 被災事業所の現地調査 .....	34
④ 被災事業所の書面調査および現地調査のまとめ .....	38
⑤ 震災時の化学物質管理に係る東京都へのヒアリング調査 .....	42
(4) 被害実態調査に基づく課題の抽出 .....	43
① 東日本大震災で発生した主要な被害 .....	43
② 地震、津波の規模と被害の発生状況の関係 .....	45
③ 大阪府域における、大規模災害の想定 .....	45
④ 課題抽出の考え方 .....	46
⑤ 大規模災害時の化学物質の流出等の未然防止に係る課題 .....	46
⑥ 大規模災害時の化学物質管理に関するソフト対策及び二次災害防止に係る課題 .....	49
3 化学物質使用施設における防災対策事例の収集 .....	52
(1) 対策事例の収集 .....	52
① 化学物質の流出等の未然防止に関する対策の状況 .....	52
② 化学物質管理に関するソフト対策、二次災害防止対策の実施状況 .....	53
(2) 市場に提供されている防災対策事例 .....	55

4 災害発生時におけるリスク評価手法の検討 .....	56
(1) リスク評価手法等の情報収集 .....	56
(2) リスク評価手法の選定 .....	65
① リスク評価の考え方 .....	65
② リスク評価の概要 .....	68
③ リスク評価に使用するツールの選定 .....	68
④ リスク評価に使用するツールの概要及び適用検討 .....	70
5 災害発生時におけるリスク評価の試行 .....	102
(1) 試行シナリオの選定 .....	102
① リスク評価試行時のシナリオ設定方針 .....	102
② リスク評価実施時の仮定 .....	103
(2) リスク評価のための情報収集・整理 .....	105
(3) リスク評価の試行 .....	105
① 試行シナリオの設定 .....	105
② リスク評価の試行結果 .....	107
③ リスク評価の実施方法及び留意事項について .....	158
6 大規模災害時における化学物質管理に係る課題と対策の整理 .....	164
(1) 化学物質取扱施設における化学物質の流出が懸念される被害 .....	164
(2) リスク評価の試行結果のまとめ .....	165
(3) 大規模災害時の化学物質の流出等の未然防止に係る課題と対策 .....	169
(4) 災害時の化学物質管理に関するソフト対策及び二次災害防止に係る課題と対策 .....	178
7 検討会開催報告 .....	182

## 1 検討の概要

### (1) 目的

東日本大震災の発生を受け、大規模災害が発生した際の被害の拡大防止が喫緊の課題となっている。大規模災害が発生した場合、有害な化学物質を使用している工場から高濃度の物質が環境に放出され、周辺住民の健康被害や環境汚染が生じる可能性がある。そのため、事業者による管理の一層の徹底を図り、二次災害による環境リスクを、可能な限り低減しなくてはならない。

上記の点から本業務では、事業者による防災対策の一層の徹底を図るため、被災地域等での被害実態の調査・原因分析や防災対策事例の収集を実施するとともに、府域の事業所での代表的な施設を対象に、災害発生時に化学物質が流出した場合の環境リスクを、予測システムによって評価する。これらの結果より、化学物質取扱い事業者が大規模地震等に備え講ずべき対策を取りまとめる。

### (2) 本事業の検討項目

#### ① 大阪府化学物質管理制度と大規模災害に関する課題への対応

##### 1) 化学物質対策に係る法令・制度

国の化学物質管理対策に係る現行の法令である **PRTR** 法（化学物質排出把握管理促進法）と、府条例（大阪府生活環境の保全等に関する条例）の概要は以下の通りである。

#### 【PRTR 法（化学物質排出把握管理促進法）】

- ① 有害性のある化学物質の排出等に関する情報を共有することにより、事業者による排出削減等の自主的な取組みを促進
- ② 事業者は、化学物質の排出量、移動量を把握し、府を経由して国に届出
- ③ 国は、届出データを集計・公表

#### 【府条例（大阪府生活環境の保全等に関する条例）】

- ① 法による排出量等の届出内容の精度を向上させるため、化学物質の取扱量の届出を事業者義務化
- ② 事業者による自主的な化学物質の管理の改善を促進するため、化学物質の管理の方法や、緊急事態の発生未然防止及び発生した緊急事態への対処に関する事項等を定めた「化学物質適正管理指針」を府が策定
- ③ 事業者は「化学物質適正管理指針」に従い、化学物質管理計画書や管理目標を定め、府に届出

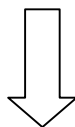
##### 2) PRTR 法と府条例の届出範囲の違い

府条例では、**PRTR** 法の第一種指定化学物質に加え、府独自の指定化学物質 23 物質、揮発性有機化合物（**VOC**）総量について、取扱量も含めて報告を義務付けている他、従業員数 50 人以上の事業所に対しては化学物質管理計画書および化学物質管理目標と達成状況について提出を求めている。

○製造業等24業種で会社全体の従業員数21人以上の会社が事業所毎に届出

		排出量	移動量	取扱量
第一種 管理化学物質	<ul style="list-style-type: none"> <li>第一種指定化学物質 (トルエン等のPRTR法対象462物質)</li> </ul>	<b>PRTR法の届出 (前年度の排出量等)</b> (H12.3施行、H14年度から届出)		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>府独自指定物質 (メタノール等23物質)</li> <li>揮発性有機化合物(VOC)総量</li> </ul>	<b>条例の届出 (前年度の排出量等)</b> (H20.4施行、H21年度から届出)		

※取扱量1トン以上で届出対象(特定第一種指定化学物質(発がん性物質)15物質は0.5トン)



事業所の従業員数50人以上の事業所はさらに

<p>○化学物質管理計画書の届出 化学物質の管理体制や緊急事態の対処方法等を届出</p> <p>○化学物質管理目標決定及び達成状況の届出 優先して取り組む目標物質を定め、その管理の改善方法や目標の達成状況等を届出</p>
--

### 3) 東日本大震災の発生を受けた課題

東日本大震災時においては、被災地域の化学物質取扱事業所より高濃度のフッ化水素や六価クロムといった有害な化学物質の流出が発生しており、また、東京都においては、地震の揺れにより漏洩したトリクロロエチレンによる死亡事故が発生している。

大阪府と東日本大震災の被災地域を比較した場合、大阪では東北地方に比べ、工場・事業場と住宅地域が桁違いに混在・密集しており、有害物質が環境中に放出されると周辺住民の健康被害、大気・水質・地下水などの環境汚染といった2次被害の可能性がある。

表1-2-1 単位面積あたりの事業所数

	PRTR法 事業所数	面積(km <sup>2</sup> )	単位面積あたりの 事業所数
大阪府	1,816	1,899	<u>0.9</u>
宮城県+ 福島県	1,858	21,069	<u>0.09</u>

東北に比べ  
工場・事業  
場と住宅地  
域が混在・  
密集

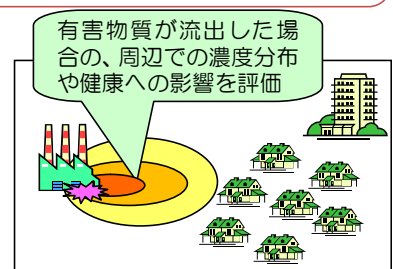
#### 4) 課題への対応

以上のような課題を踏まえ、本事業では、事業者による防災対策の一層の徹底を図るため、被災地域等での被害実態の調査・原因分析や防災対策事例の収集を実施するとともに、府域の事業所での代表的な施設を対象に、災害発生時に化学物質が流出した場合の環境リスクを、予測システムによって評価する。これらの結果より、化学物質取扱い事業者が大規模地震等に備え講ずべき対策を取りまとめる。

- 災害時における化学物質の流出の可能性を低減
  - 流出した化学物質による二次的な被害防止
- ⇒指針を改正し、事業者による化学物質管理の強化を検討

##### 事業内容（本検討会での検討事項）

- 被災地域での被害実態の調査
- 化学工業等の5業種で、実態に即した災害時の環境リスク評価
- 新たに導入・強化すべき災害対策の取りまとめ



府条例の化学物質適正管理指針を改正し、下記を事業者に求めることを検討

- 事業者が化学物質の流出時の環境リスクを把握
- 災害時における、化学物質流出の未然防止や流出時の応急措置を含んだ管理計画書の策定
- 管理計画書に基づく防災対策を実施
- 行政への管理計画書の届出

- 届出内容の審査、事業所への立入検査を実施し、適切な防災対策が実施されているか監視・指導
- 本事業で得られたリスク評価の結果を、府・市町村の地域防災計画等の見直しに活用

➡ 災害時における環境リスクの低減を図り、府民の二次的な被害を防止する

② 本事業の展開について

本事業は以下の予定で実施する。

**平成 24 年度 事業内容（本検討会での検討事項）**

- 被災地域での被害実態の調査
- 化学工業等の5業種で、有害物質が流出した場合の、周辺の濃度分布や健康への影響を評価（環境リスク評価）
- 新たに導入・強化すべき災害対策の取りまとめ ⇒ 事業者や他自治体への情報提供



**平成 25 年度 府条例の化学物質適正管理指針を改正し、下記を事業者に求めることを検討**

- 化学物質の流出時の環境リスクを把握（リスク評価の実施）
- 災害時における化学物質流出の未然防止や流出時の応急措置を含んだ管理計画書の策定
- 管理計画書に基づく防災対策の実施
- 行政への管理計画書の届出



- 届出内容の審査、事業所への立入検査を実施し、適切な防災対策が実施されているか監視・指導
- 本事業で得られたリスク評価の結果を、府・市町村の地域防災計画等の見直しに活用

(3) 本事業における検討の対象範囲について

本事業の検討の範囲および対象は以下のとおりとする。

- 本事業では、地震、津波等の自然災害やそれに伴う火災・爆発による、有害化学物質の環境リスクや防災対策について検討する。
- 今年度の検討における環境リスクとしては、周辺地域（大気、河川、土壌）への環境影響及びそれに伴う人健康影響を対象とする。
- 府域の想定を超える「最大クラスの津波」等の災害については、周辺住民や従業員の避難が優先され、地域での総合的な対策が求められる事象であるため、リスク評価の対象としない。

表 1-3-1 本事業における検討の対象範囲

	対象	対象外の例示
対象とする災害・事象の種類	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地震、津波等の自然災害</li> <li>・自然災害に伴う施設での火災・爆発による有害化学物質の放出</li> <li>・複数の物質が流出した際の、それらの混合による有害ガスの発生</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・外部要因による人為災害（テロ、飛行機墜落事故等）</li> <li>・自然災害に伴う施設での火災・爆発による有害物質放出以外の物理的な影響（輻射熱、爆風圧等）</li> <li>・府域の想定をはるかに超える自然災害<sup>注)</sup></li> </ul>
対象とする影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>・周辺地域（大気、河川、土壌）への環境影響（周辺濃度）</li> <li>・周辺住民の健康影響</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・即時的な人健康影響がない事象（港湾・海洋での汚染等）<sup>注)</sup></li> </ul>
対象物質	<ul style="list-style-type: none"> <li>・PRTR 法、府条例対象の急性毒性、慢性毒性を有する有害物質（VOCのみとしての対象や燃料中の物質を除く）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・動植物への生態毒性やオゾン層破壊物質として PRTR 法で指定された物質で重篤な人健康毒性が確認されていないもの</li> </ul>
対象施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>・PRTR 法、府条例化学物質管理制度の対象事業所における化学物質取扱施設（燃料小売業を除く）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ガソリンスタンド、灯油販売所</li> </ul>

注) リスク評価は対象としないが、災害時マニュアルの整備といったソフト的な対策等については対象とする。



## 2 被災地域での被害実態調査

### (1) 東日本大震災の地震・津波の状況

地震の震度分布を図2-1-1に、津波の到達高さ、浸水面積をそれぞれ図2-1-2、図2-1-3に示した。地震については、宮城県栗原市で最大震度7が観測されたほか、宮城県、福島県、茨城県で震度6強、岩手県、千葉県で震度6弱を観測が観測されており、非常に広範囲にわたって強い揺れが発生している。

津波については、岩手県・宮城県を中心に痕跡高が10mを超える地域が南北に約530km、20mを超える地域が約200kmと広範囲に渡って記録されており、最大到達高さ(遡上高)は、大船渡市綾里湾の40.1mとなっている。

津波による浸水は、宮城県を中心に青森から千葉県まで発生しており、特に、石巻市、仙台市では50km<sup>2</sup>以上の広い範囲で浸水が起こっている。

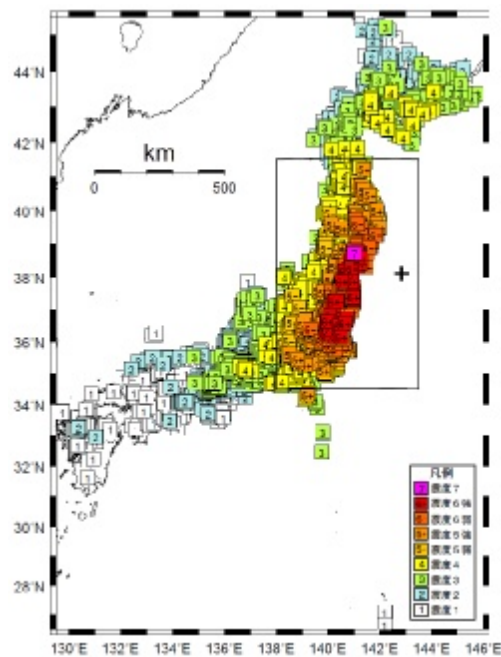
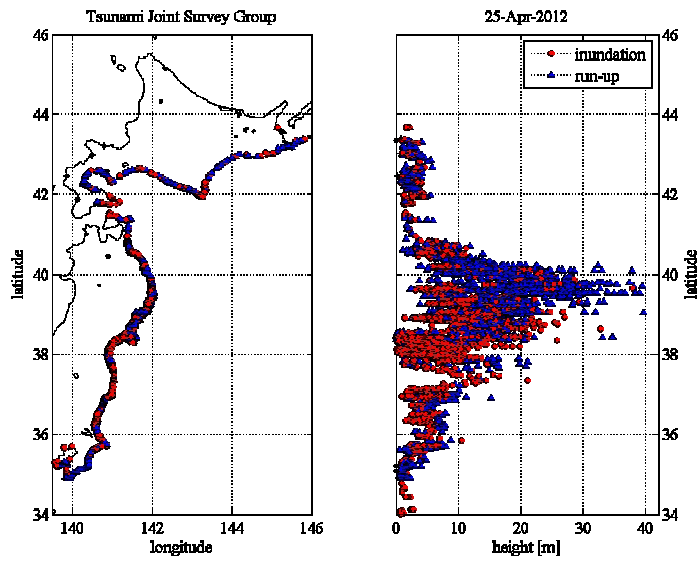


図2-1-1 各地の震度

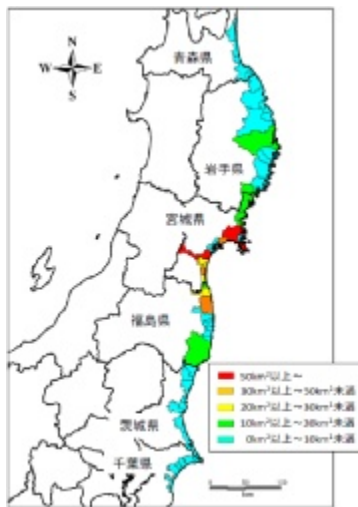
出典：気象庁ホームページ ([http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/2011\\_03\\_11\\_tohoku/index.html](http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/2011_03_11_tohoku/index.html))



(青色の三角形は遡上高，赤色の丸は浸水高)

図 2-1-2 津波の到達高さ

出典：東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ (<http://www.coastal.jp/tjt/>)



県	市町村数	浸水面積 km <sup>2</sup>	市町村 面積 km <sup>2</sup>
青森県	5	24	844
岩手県	12	58	4942
宮城県	15	327	2002
福島県	10	112	2456
茨城県	10	23	1444
千葉県	10	17	690
合計	62	561	12378

図 2-1-3 津波の浸水面積

注)「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」第一回会合資料を基に作成

## (2) 工業施設の被害の状況調査

国がこれまでに取りまとめた、東日本大震災における被害状況の調査結果「東日本大震災を踏まえた危険物施設等の地震・津波対策のあり方に係る検討報告書【総務省】」、「東日本大震災を踏まえた高圧ガス施設等の地震・津波対策について【経済産業省】」、「東北地方太平洋沖地震に伴う津波による毒物又は劇物の流出事故等に係る対応について」調査結果【厚生労働省】について、その調査結果を整理し、工業施設における地震・津波の被害状況、課題等について整理した。なお、以降(2)の記述は特に断りのない限り、上記報告書を基にまとめたものである。

### ① 工業施設に関する被害状況調査の概要

各報告書の調査の概要を表2-2-1に示した。各調査によって、調査対象地域、調査数が大きく異なっており、危険物施設に関する調査では、東日本大震災で被害を受けたおそれのある地域を対象に、全危険物施設を対象とした全戸調査が実施されているほか、毒物劇物取扱施設については事業者と連絡が取れない場合が多く、調査対象事業所数が不明であることに注意が必要である。

表2-2-1 国による被害実態調査の概要

報告書の種類	対象とする施設	調査内容	調査範囲	回答数
(危険物施設) 東日本大震災を踏まえた危険物施設等の地震・津波対策のあり方に係る検討報告書	被害を受けたおそれのある危険物施設すべて	被害の概要(地震・津波の被害状況、施設別の被害要因、被害内容等)	北海道、青森県、岩手県、宮城県、秋田県、山形県、福島県、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、新潟県、山梨県	211,877 施設
	被害を受けたおそれのある特定事業所	被害の概要	むつ小川原、八戸、久慈、秋田、仙台、塩釜、広野、いわき、鹿島臨海、京葉臨海北部、京葉臨海中部、京葉臨海南部、京浜臨海、根岸臨海、直江津の特別防災区域内の事業所	249 施設 (249 施設中)
	被害を受けたおそれのある屋外タンク貯蔵所	スロッシングの発生状況、津波被害状況	北海道、青森県、岩手県、宮城県、福島県、秋田県、山形県、新潟県、茨城県、千葉県、東京都、神奈川県、富山県、石川県、三重県、大阪府 ※調査項目毎に異なる。	※調査項目毎に異なる。
(高圧ガス施設) 東日本大震災を踏まえた高圧ガス施設等の地震・津波対策について	今回の震災で被害を受けた高圧ガス保安法適用事業所(東北3県被害状況アンケート)	高圧ガス設備の地震・津波の被害状況、津波による高圧ガス設備・容器の事業所外への流出状況	岩手県、宮城県、福島県	1,817 事業所 (3,730 事業所中)
	震災により、2m以上の津波警報が発令され、震度5強以上が観測された県にあるコンビナート等事業所(コンビナート被害状況アンケート)	設備の地震・津波の被害状況(被害の有無、被害の種類)	北海道、青森県、岩手県、宮城県、福島県、栃木県、群馬県、茨城県、千葉県、神奈川県、新潟県、静岡県	158 事業所 (158 事業所中)
	東北3県被害状況アンケート、コンビナート被害状況アンケートで地震による被害を受けたと回答があった事業所	耐震設計基準の妥当性、規制範囲の妥当性の評価及び液化化による高圧ガス設備の被害等	岩手県、宮城県、福島県	66 事業所 (80 事業所中)

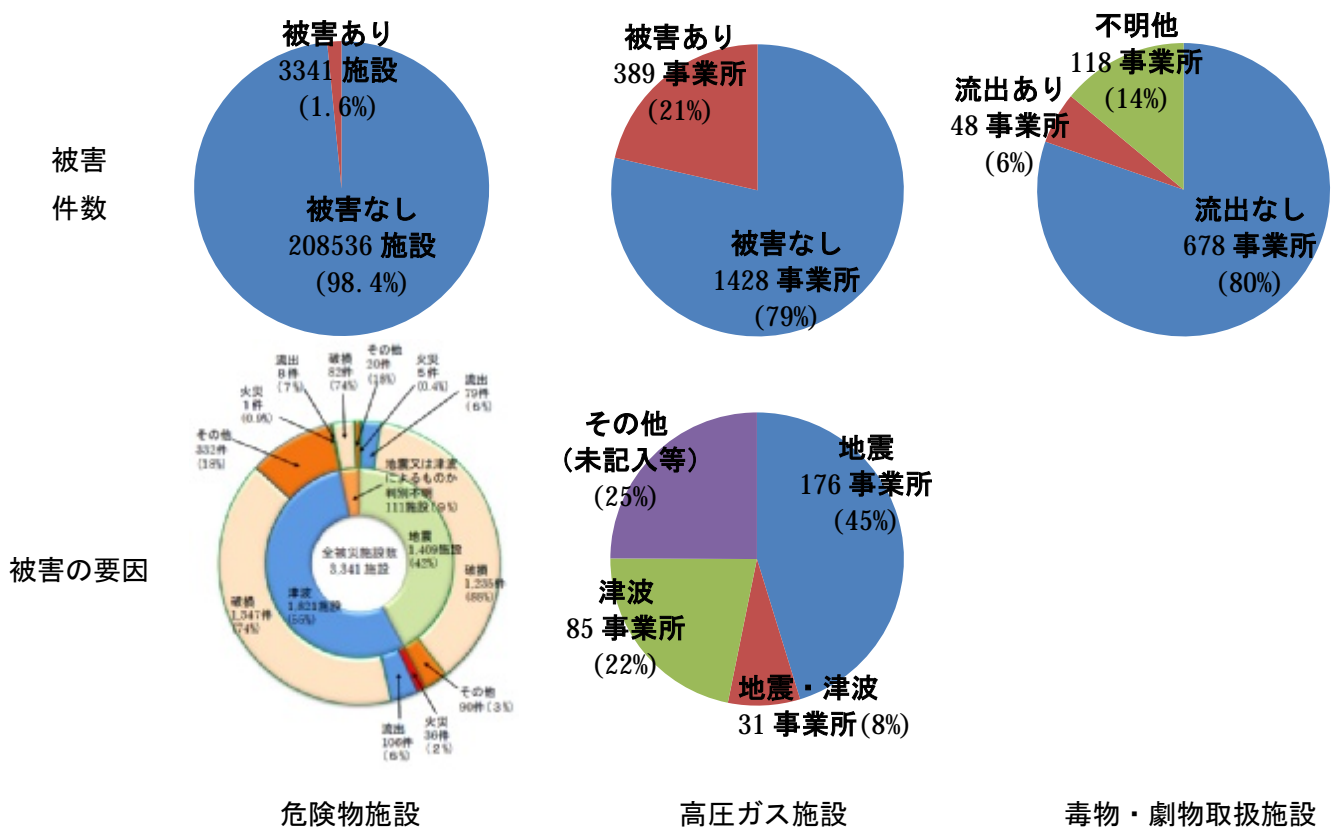
	東北3県被害状況アンケート、コンビナート被害状況アンケートで、津波による被害があり、かつ、事業所における浸水深の記載があった事業所(津波に関する追加調査)	津波による被害の内容(被害の内容、浸水深)	北海道、青森県、岩手県、宮城県、福島県、栃木県、群馬県、茨城県、千葉県、神奈川県、新潟県、静岡県	73 事業所
(毒物劇物取扱施設)  東北地方太平洋沖地震に伴う津波による毒物又は劇物の流出事故等に係る対応について」調査結果	各都道府県の毒物及び劇物取扱施設	被災後の業務体制保持の有無、毒物及び劇物の流出事故の有無、在庫・流出品目	47 都道府県	本調査対象地域において844事業所(調査対象事業所数は不明)

② 工業施設における被害状況の概要

図2-2-1に、危険物施設、高圧ガス施設、毒物劇物取扱施設における被害件数（又は施設数）の概要を示した。危険物施設における被害施設数は**3,341**施設で、都道府県内の全危険物施設数（平成22年3月31日時点のもの）**211,877**施設の約**1.6%**となっている。これら施設の被害の主たる原因は、地震によるものが**1,409**施設**(42%)**、津波によるものが**1,821**施設**(55%)**、地震か津波によるものか判別不明なものが**111**施設**(9%)**となっており、津波による被害が全被災施設の半数以上となっている。また、被災により発生した被害の種類は、地震・津波とも破損が最も多く、次いで流出、火災となっている。

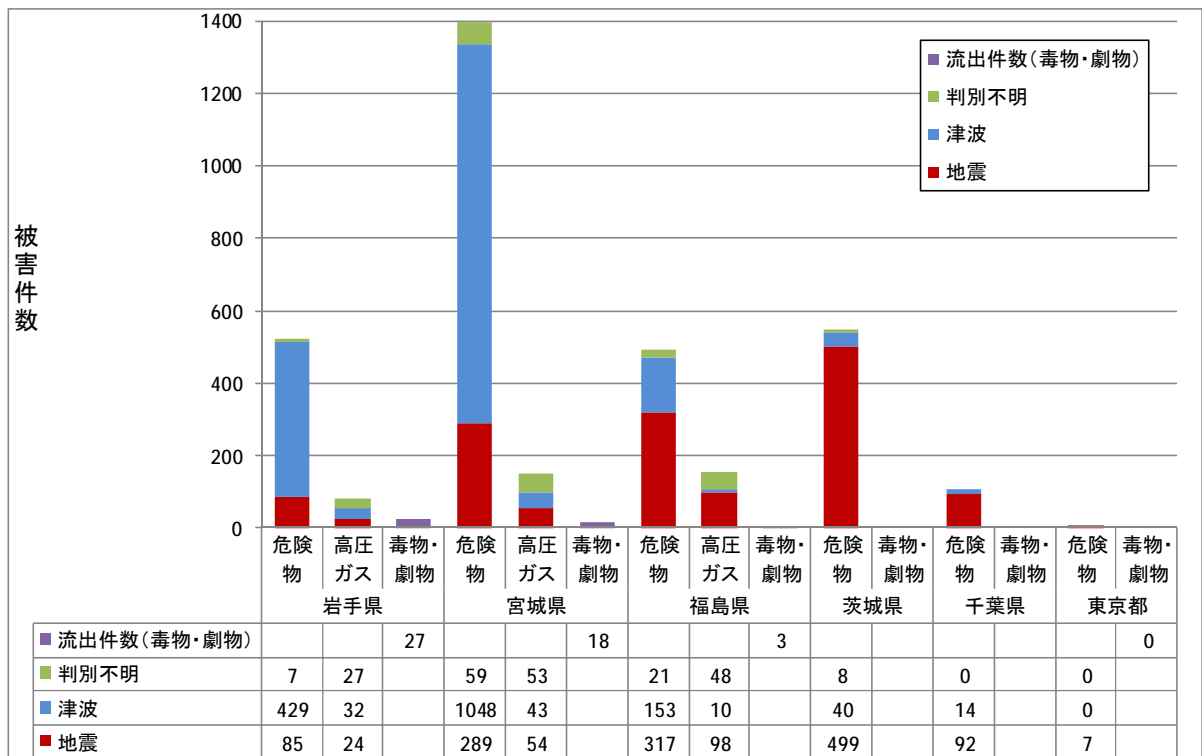
高圧ガス施設における被害施設数は**389**事業所で、アンケートの回答が得られた**1,817**事業所の約**21%**となっている。被害の主たる原因は、地震による被害が**176**事業所**(45%)**、津波による被害が**85**事業所**(22%)**、地震と津波の両方被害は**31**事業所**(8%)**となっている。

毒物劇物取扱施設における毒物及び劇物の流出件数は**118**事業所で、確認の得られた**844**事業所の約**14%**となっている。なお被害の原因については、集計されていない。



※ 危険物施設の報告書については、被害内容を「火災」、「流出」、「破損」「その他」でそれぞれ定義して分類しているが、高圧ガス施設、毒物・劇物取扱施設の報告書ではそのような分類はされていない。

図2-2-1 工業施設における都道府県別の被害件数



注) 危険物施設については施設数、高圧ガス施設については事業所数を示す。

図 2-2-2 工業施設における都道府県別の被害件数

危険物施設については、地震による被害は茨城県(499 施設)と福島県(317 施設)で多く、両県とも地震による被害施設数が津波よりも多くなっている。津波による被害は到達した津波の規模の大きい宮城県と岩手県で被害が多くなっている。

高圧ガス施設については、地震による被害は福島県(98 事業所)で多く、地震による被害件数が津波よりも多くなっている。津波による被害は宮城県(43 事業所)、岩手県(32 事業所)で多く、危険物施設における集計結果と同様の傾向がみられている。

毒物劇物取扱施設における流出件数は岩手県 27 事業所、宮城県 18 事業所、福島県 3 事業所となっている。

③ 沿岸部地域と沿岸部以外の地域の被害状況（危険物施設における状況）

沿岸部地域に存在する被害を受けた危険物施設数は、全被災施設数の約 **80%** で、沿岸部以外の地域の被害施設数の **4.0** 倍となっており、それぞれの地域の被災率は沿岸部が約 **7.5%**（2674 件/35,647 件）、沿岸部以外では約 **0.4%**（667 件/176,230 件）と、沿岸部地域の被災率は沿岸部以外の地域の約 **19** 倍となっている。

被害の主たる原因は、沿岸部地域では津波が **1,820** 件で、沿岸部地域の被災施設数の約 **68%** を占めている。沿岸部以外の地域では、ほとんどは地震による被害となっている。

都道府県別の被害状況は、岩手県、宮城県の沿岸部の地域にある危険物施設の被害が多い。

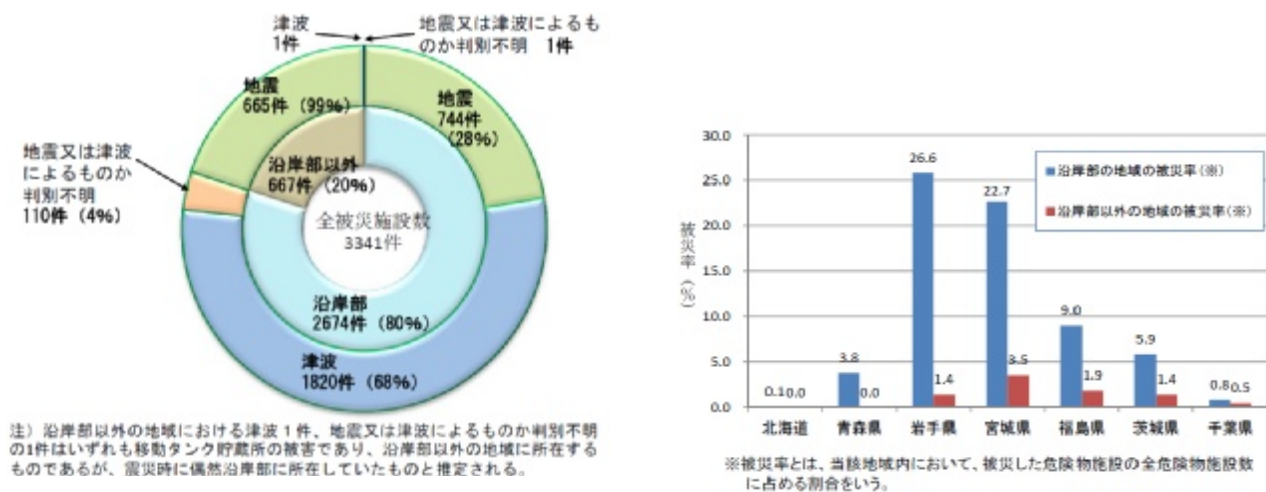


図 2 - 2 - 3 沿岸部と非沿岸部の被害状況

#### ④ 地震・津波により発生した被害の内容

##### 1) 流出被害の発生状況

流出の被害は、危険物施設では **185** 施設(地震:**79** 件、津波 **106** 件)、高圧ガス施設では **142** 件(津波による設備・容器の流出)、毒物・劇物取扱施設では **48** 事業所となっている。地震による流出の発生状況は、危険物施設では、屋外タンク貯蔵所での流出が最も多く(**27** 件)、次いで屋内貯蔵所(**18** 件)、地下タンク貯蔵所(**14** 件)となっている。被害の内容は、屋外タンク施設では、スロッシング(液面揺動)による浮き屋根のポンツーン内、デッキ上への流出や・配管等の破損が主であり、屋内貯蔵所では架台からの容器の落下、他の施設では配管や配管接合部の破損などが発生している。

津波による流出の発生状況は、危険物施設では屋外タンク貯蔵所の被害が **92** 件で最も多く、タンク底板や配管の破損の被害が発生している、他の施設についても一般取扱所の **20** 号タンクの流失、屋内タンク貯蔵所のタンク横転や配管の破損により危険物が流出する被害など、危険物施設内の様々な箇所が津波で破損することにより被害が発生している。高圧ガス施設の被害は、ガス容器の流出が **114** 件(事業所)と最も多い。毒物劇物取扱施設については、高圧ガス施設同様に、容器での流出が最も多くなっている。その他、タンクや配管の破損、地震の揺れによるメッキ槽内液の漏洩等がみられるが、防液堤により施設外への流出が防がれたケースもある。



表 2-2-2 流出被害の発生状況

被害	対象施設	被害の要因	
		地震	津波
流出	危険物	<p><b>79 件(施設)</b></p> <p>屋外タンク貯蔵所:<b>27 件(34%)</b> ⇒浮き屋根・配管等破損                      屋内貯蔵所:<b>18 件(23%)</b> ⇒危険物容器の落下                      地下タンク貯蔵所:<b>14 件(18%)</b>                      一般取扱所:<b>13 件(16%)</b>                      給油取扱所:<b>4 件(5%)</b>                      移送取扱所:<b>3 件(4%)</b></p> <p>⇒配管の破損</p>	<p><b>106 件</b></p> <p>屋外タンク貯蔵所:<b>92 件(87%)</b> ⇒タンク本体や配管等が破損                      一般取扱所:<b>4 件(4%)</b> ⇒配管やポンプ設備等の破損                      屋内タンク貯蔵所:<b>2 件(2%)</b> ⇒タンク横転、配管破損                      地下タンク貯蔵所:<b>2 件(2%)</b> ⇒ポンプ設備等が破損                      移送取扱所:<b>2 件(2%)</b> ⇒配管接合部からの少量流出                      屋外貯蔵所:<b>2 件(2%)</b> ⇒ドラム缶等が流出                      給油取扱所:<b>1 件(1%)</b> ⇒配管などの破損により流出                      屋内貯蔵所:<b>1 件(1%)</b> ⇒容器が建物と共に流出</p>
	高圧ガス	<p>不明</p>	<p><b>142 件</b>(但し、容器のみ事業所数)                      高圧ガス容器の流出が主である。</p> <p>高圧ガス容器:<b>114 事業所</b>                      ⇒可燃性ガス(LP ガス、アセチレン、水素等)                      支燃性ガス(酸素、空気等)                      不活性ガス(アルゴン、窒素、二酸化炭素等)                      毒性ガス(アンモニア)</p> <p>貯槽設備等高圧ガス設備:<b>14 件</b></p> <p>高圧ガスローリー:<b>14 件</b></p>
	毒物劇物	<p><b>48 事業所</b>(施設外への流出、主として津波による被害と考えられる)                      容器(ポンプ、瓶・缶)の形態での流出が多い。その他、施設内漏洩事例としてメッキ槽内液の流出などがある。</p> <p>タンク:<b>2 事業所</b> ⇒タンクの破損によりアンモニアガスが流出、苛性ソーダタンクが流失                      その他:<b>46 事業所</b> ⇒主に容器で流出</p> <p>毒物および劇物取締法で規定される毒物として、六価クロム、シアン化カリウム、アジ化ナトリウム、水酸化ナトリウム、臭化第二水銀、フッ化水素、フッ化水素酸、ホスフィン(リン化水素)、アルシン(ヒ化水素)、シアン廃液、シアン化金カリウムなどが流出している。</p>	

※ 危険物施設の調査については、被害内容を「火災」、「流出」、「破損」「その他」として以下のように定義している。  
 流出：危険物の流出が発生した場合。津波により、施設と共に危険物が流失した場合は「破損」。  
 破損：火災又は流出は発生せず、施設に破損が生じたもの。津波により、施設と共に危険物が流失した場合は「破損」。  
 その他：地震の揺れや津波の外力により施設に設置された施設等に変形は生じないものの当該設備の機能を失ったなどの被害が生じた場合。  
 高圧ガス施設、毒物劇物取扱施設の調査については用語の定義がなく、津波により施設と共に危険物が流失した場合（危険物施設の調査では「破損」）は「流出」として取り扱われている

## 2) 火災被害の発生状況

火災の被害は、危険物施設では **41 施設**(地震:**5 施設**、津波:**36 施設**)、高圧ガス施設では **5 件**(地震:**1 件**、津波:**4 件**)がそれぞれ報告されている。火災発生の要因としては、地震によるものでは「配管の破損により流出した危険物・ガスに引火」する事例が多く、津波によるものは製油所の火災に関連したものとなっている。

表 2-2-3 火災被害の発生状況

被害	対象施設	被害の要因	
		地震	津波
火災	危険物	5施設(一般取扱所) 全5施設のうち2施設が危険物に起因した火災 ・地震により破損した配管から流出した重油に引火 ・焼き入れ作業中に地震が発生し、焼入れ油に着火	<b>36 施設</b> 全て宮城県内の製油所で発生した火災によるもの。
	高圧ガス	1件 ・水素の圧縮機の配管が破損して漏洩、防音ボックス内に滞留し、着火。	4件(コンビナート) 宮城県および千葉県製の製油所で発生 (LP ガス出荷施設)
	毒物劇物	不明(調査なし)	不明(調査なし)

## 3) 破損等被害の発生状況

破損の被害は、危険物施設では **2652 施設**(地震:**1235 件**、津波:**1347 件**)、高圧ガス施設では **829 件** (不具合等の被害も含む)、毒物・劇物取扱施設では **31 事業所** (状況の明らかなもの) となっている。

危険物施設では、地震による被害で、建築物(**601 件**)や配管(**265 件**)の被害が多くなっており、津波による被害では配管 (**591 件**) や建築物(**552 件**)を中心に、多くの設備で被害が起こっており施設全体に被害を受けている。また、被害要因の区別はないが、高圧ガス施設については、事務所等の倒壊・破損(**129 件**)、配管・弁等の変形・破損(**98 件**)、容器置場の倒壊・破損(**66 件**)が主な被害となっており、毒物劇物取扱施設では、建物の被害が **23 事業所**と最も多くなっている。

表 2 - 2 - 4 破損被害の発生状況

被害	対象施設	被害の要因	
		地震	津波
破損等	危険物	<b>1235 施設</b> 主に建築物や配管に被害が生じている。  主な破損箇所(重複あり) 建築物等: <b>601 件(49%)</b> 、配管: <b>265 件(21%)</b> 危険物を取り扱う設備等: <b>116 件(9%)</b> 危険物を貯蔵・取り扱うタンク: <b>110 件(9%)</b> 消火設備等: <b>31 件(3%)</b> 、保有空地等: <b>15 件(1%)</b> (括弧内の数値は <b>1235 施設</b> に対する割合)	<b>1347 施設</b> 配管や建築物を中心に、施設全体に被害が及んでいる。  主な破損箇所(重複あり) 配管: <b>591 件(42%)</b> 、建築物等: <b>552 件(39%)</b> 消火設備等: <b>495 件(35%)</b> 、 危険物を取り扱う設備等: <b>485 件(34%)</b> 危険物を貯蔵・取り扱うタンク: <b>439 件(31%)</b> 保有空地等: <b>74 件(5%)</b> (括弧内の数値は <b>1347 施設</b> に対する割合)
	高圧ガス	<b>829 件(全被害発生件数)</b> 主に、建築物(事務所)、配管・弁等、容器置場に被害が生じている。  事務所等の倒壊・破損: <b>129 件</b> 配管・弁等の変形・破損: <b>98 件</b> 容器置場の倒壊・破損: <b>66 件</b> 計装設備の破損・不具合: <b>57 件</b> 防消火設備、貯槽温度上昇防止設備の破損・不具合: <b>54 件</b> 貯槽の基礎アンカーボルトの緩み・破断: <b>48 件</b> ガス漏洩警報設備の破損・不具合: <b>47 件</b> 動機器の損傷: <b>39 件</b>	
	毒物劇物	<b>31 事業所(状況の明らかなもの)</b> 建物の被害が顕著である(全数は不明)。  建物: <b>23 事業所(全壊・半壊)</b> 、タンク: <b>5 事業所</b> 、配管: <b>3 事業所</b>	

※ 高圧ガス施設については、被害内容の内訳が記載されていないため、回答で得られた全被害の設備別の被害内訳を記載した。

⑤ 地震・津波の規模と被害状況の関係

1) 地震の震度と被害状況の関係

危険物施設においては、震度と被害発生件数の関係から、震度 6 弱以上において、施設の被災率が大幅に増加することが明らかとなった。また、石油コンビナートの被害状況から、特定防災施設においては震度 5 強以上から地震による被害が発生している。

高圧ガス施設においては、一般高圧ガス保安則、コンビナート等保安則で定められる耐震設計基準に適合した設備においては、設計地震動を超える地震動を受けた場合においても、大部分で耐震性能(気密性)を保持していたが、耐震設計基準適用外の施設においては、レベル 1 地震動以下においても配管等設備の損傷や漏洩が発生していた。

以上より、地震においては概ね震度 5 強以上において、設備への被害が発生しやすいものと考えられる。また、高圧ガス施設の事例より耐震設計基準適用外の施設については、レベル 1 地震動以下でも配管等に被害が発生しており、留意が必要である。

表 2-2-5 地震と被害状況の関係

施設	地震の規模	被害の状況
危険物施設	震度 6 弱以上	<p>被災率：各震度の地震により被害を受けた施設数の、当該震度を観測した地域に所在する施設数に占める割合</p> <p>震度 6 以上において、被災率が、震度 5 強以下と比べて13倍となっており、被害が大幅に増加している。</p>
防災施設等 (石油コンビナート)	震度 5 強以上	<p>震度 5 強から地震による被害が発生している。          流出油防止堤(鉄筋コンクリート)：割れ・き裂 (6 弱以上)、目地切れ (5 強以上)          流出油防止堤 (盛土)：陥没による貫通 (6 弱以上)          消火用給水配管 (地上)：き裂          消火用給水配管 (埋設)：き裂          貯水槽：座屈による漏水          加圧送水設備：基礎ひび割れ、傾き</p>
高圧ガス施設 (耐震設計基準適用外設備)	レベル 1 地震動(震度 5 弱～ 5 強程度)以下	<p>耐震基準適用外設備では、レベル 1 地震動以下においても配管の損傷等が発生しており、それに伴う漏洩が起こっている。</p>

## 2) 津波の浸水深と被害状況の関係

危険物施設においては、屋外タンク施設における浸水深と被害状況の検討から、浸水深3m以上において、配管破損とタンク本体の移動等の被害が発生することが明らかとなっている。また、石油コンビナートの特定防災施設の被害状況より、概ね浸水深3m以上で被害が発生しているが、配管の破損やポンプの水没による不具合は、浸水深3m未満でも発生している。なお、被害状況の詳細検討より、容量**1000kL**以上の危険物の屋外タンク貯蔵所には、以下の場合を除いて緊急遮断弁の設置を求める必要があるとされている。

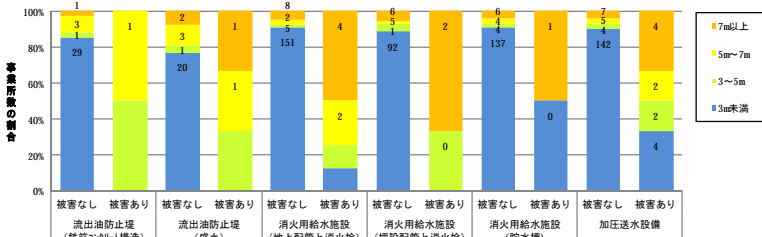
- ①想定される浸水深が**3m**以上とならない場合
- ②津波到達前にタンク元弁の閉止操作が可能な体制が構築されている場合
- ③逆止弁等、危険物の流出が機械的に防止される設備が設けられている場合
- ④タンクの最高液面より上部の位置から配管が出ている場合

高圧ガス施設においては、計装設備の不具合は浸水深1m未満より、緊急遮断装置の破損・不具合や、津波による容器の流出被害は浸水深1m以上、貯槽の倒壊や流出は浸水深3m以上で発生している。

これらの報告より、計装設備や緊急遮断装置など電気系統を持つ設備においては、津波の浸水深1m未満から、容器等の流出については浸水深1m程度から、タンクや配管等の設備については概ね浸水深3m以上から被害が発生するものと考えられる。

表 2-2-6 津波と被害状況の関係

施設	津波の規模	被害の状況
危険物施設 (屋外タンク)	浸水深3m以上	<p>◆ タンク本体、付属配管共に被害なし (116件)</p> <p>■ 付属配管のみ被害あり (60件)</p> <p>▲ タンク本体、付属配管共に被害あり (68件)</p> <p>浸水深3m以上から、配管の破損被害の発生が顕著になっている。 タンク本体は3m以上でタンクが移動する被害が発生し始め、7mを超えると被害の発生が顕著となる。また、被害のあったタンクの状況から、許可容量が小さく、被災時の貯蔵率が少ないものに被害が発生しており、許可容量が<b>1万kL</b>以上のタンクについては被害がみられなかった。</p>

<p>防災施設等(石油コンビナート)</p>	<p>概ね浸水深3m以上</p>	 <p>事業所数の割合</p> <p>地上配管や、加圧送水設備では浸水深3m未満から被害が発生している。他の設備は概ね浸水深3m以上で被害の発生がみられる。</p> <p>流出油防止堤(鉄筋コンクリート):き裂、基礎に空洞          流出油防止堤(盛土):崩落          消火用給水配管(地上):破損、折損、浸水深7m以上では破断など          消火用給水配管(埋設):破断、浸水深7m以上では湾曲など          貯水槽:き裂など(使用に支障なし)          加圧送水設備:水没による電気系統不具合(3m未満～)、設備破損、機器浸水(3m以上～)</p>																																																																																														
<p>高圧ガス施設</p>	<p>浸水深1m未満より</p>	<table border="1" data-bbox="483 840 1228 1064"> <thead> <tr> <th rowspan="2">浸水深</th> <th rowspan="2">津波の被害を受けた事業所数</th> <th rowspan="2">貯槽等の倒壊・転倒</th> <th rowspan="2">緊急遮断装置の破損・不具合</th> <th rowspan="2">計装設備、ガス漏洩警報設備、防消火設備の破損・不具合</th> <th rowspan="2">動機器・静機器の損傷・不具合</th> <th rowspan="2">配管・弁等の変形・破損・不具合</th> <th rowspan="2">貯槽等の基礎、脚部等の損傷</th> <th rowspan="2">容器置場等の倒壊・破損、容器の転倒</th> <th rowspan="2">事務所等の倒壊・破損</th> <th colspan="3">流出状況</th> </tr> <tr> <th>高圧ガス設備の流出</th> <th>高圧ガスローリーの流出</th> <th>高圧ガス容器の流出</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5m以上</td> <td>20</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>11</td> <td>8</td> <td>12</td> <td>12</td> <td>9</td> <td>13</td> <td>7</td> <td>1</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>3m~5m</td> <td>20</td> <td>1</td> <td>12</td> <td>17</td> <td>12</td> <td>17</td> <td>5</td> <td>10</td> <td>13</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>2~3m</td> <td>13</td> <td>0</td> <td>4</td> <td>7</td> <td>6</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>7</td> <td>0</td> <td>5</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>1~2m</td> <td>16</td> <td>0</td> <td>2</td> <td>6</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>1m未満</td> <td>4</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>73</td> <td>5</td> <td>23</td> <td>43</td> <td>32</td> <td>41</td> <td>21</td> <td>27</td> <td>39</td> <td>8</td> <td>8</td> <td>31</td> </tr> </tbody> </table> <p>計装設備等の破損・不具合などは、浸水深1m未満から発生しており、緊急遮断装置の破損・不具合、津波による流出被害は1~3mから発生している。</p> <p>その他、貯槽等の倒壊・転倒、高圧ガス設備の流出等は、浸水深3m以上の事業所で発生している。</p>	浸水深	津波の被害を受けた事業所数	貯槽等の倒壊・転倒	緊急遮断装置の破損・不具合	計装設備、ガス漏洩警報設備、防消火設備の破損・不具合	動機器・静機器の損傷・不具合	配管・弁等の変形・破損・不具合	貯槽等の基礎、脚部等の損傷	容器置場等の倒壊・破損、容器の転倒	事務所等の倒壊・破損	流出状況			高圧ガス設備の流出	高圧ガスローリーの流出	高圧ガス容器の流出	5m以上	20	4	5	11	8	12	12	9	13	7	1	13	3m~5m	20	1	12	17	12	17	5	10	13	1	2	9	2~3m	13	0	4	7	6	5	3	3	7	0	5	5	1~2m	16	0	2	6	5	6	1	3	3	0	0	4	1m未満	4	0	0	2	1	1	0	2	3	0	0	0	合計	73	5	23	43	32	41	21	27	39	8	8	31
浸水深	津波の被害を受けた事業所数	貯槽等の倒壊・転倒											緊急遮断装置の破損・不具合	計装設備、ガス漏洩警報設備、防消火設備の破損・不具合	動機器・静機器の損傷・不具合	配管・弁等の変形・破損・不具合	貯槽等の基礎、脚部等の損傷	容器置場等の倒壊・破損、容器の転倒	事務所等の倒壊・破損	流出状況																																																																												
			高圧ガス設備の流出	高圧ガスローリーの流出	高圧ガス容器の流出																																																																																											
5m以上	20	4	5	11	8	12	12	9	13	7	1	13																																																																																				
3m~5m	20	1	12	17	12	17	5	10	13	1	2	9																																																																																				
2~3m	13	0	4	7	6	5	3	3	7	0	5	5																																																																																				
1~2m	16	0	2	6	5	6	1	3	3	0	0	4																																																																																				
1m未満	4	0	0	2	1	1	0	2	3	0	0	0																																																																																				
合計	73	5	23	43	32	41	21	27	39	8	8	31																																																																																				

## ⑥ 工業施設の被害状況のまとめ

### 1) 被害の発生状況について、

- ・工業施設の被害の要因は、危険物施設では津波によるものが多く（全被災施設の**55%**）、高圧ガス施設では地震によるものが多い（回答施設の**45%**）。
- ・危険物施設の沿岸部の地域の被災率は、沿岸部以外の地域の被災率の約**19**倍となっており、岩手県と宮城県の沿岸部地域の被災率が特に高い。
- ・都道府県別では、被害の件数は宮城県が最も多く、特に津波による被害が他県と比較して多い。

### 2) 被害の内容について

- ・流出被害については、危険物施設では地震・津波ともに屋外タンク貯蔵所の被害件数が最も多く、地震による配管等の破損、スロッシングによるタンクの浮き屋根のポンツーン内やデッキ上への流出、津波によるタンク底板や配管の破損等が発生している。その他の施設では、主としてタンクや配管の破損による流出、地震による容器（ボンベ、缶、瓶）の落下や津波による容器の流出が発生している。また毒物劇物取扱施設では、容器での流出、タンクや配管の破損、地震の揺れによるメッキ槽内液の漏洩等が見られたが、防液堤により施設外への流出が防がれたケースもある
- ・火災被害については、危険物施設では**41**件、高圧ガス施設では**5**件発生しており、地震によるものでは「配管の破損により流出した危険物・ガスに引火」する事例が多く、津波によるものは製油所の火災に関連した被害が発生している。
- ・破損等被害については、危険物施設では、地震による被害は建築物や配管の被害が多く、津波による被害では配管や建築物を中心に、多くの設備で被害を受けており、施設全体に被害が及んでいる。高圧ガス施設については、事務所等の倒壊・破損(**129**件)、配管・弁等の変形・破損(**98**件)、容器置場の倒壊・破損(**66**件)が主な被害となっており、毒物・劇物取扱施設では、建物の被害（全壊・半壊）が多い。

### 3) 地震・津波の規模と被害状況の関係

- ・地震については、概ね震度5強以上において被害が発生している。また、高圧ガス施設の場合では、耐震基準に適合した施設については設計地震動を超える地震動を受けた場合においても、大部分で耐震性能（気密性）を保持していたが、耐震基準の適用外の設備においては、レベル1以下の地震動においても設備に被害が生じている。
- ・津波については、施設の浸水深と被害状況に関係がみられ、計装設備等の電気系統を持つ設備の不具合は浸水深1m未満から、容器等の流出は概ね浸水深1mから、タンクの移動、配管の破損等の被害は概ね浸水深3mから発生している。

### (3) 被災事業所の調査

#### ① 書面調査の概要

東日本大震災で被害を受けた岩手県、宮城県、福島県、茨城県及び千葉県に存在する、化学物質を取り扱う事業所 33 事業所に対し、地震・津波による被害状況、これまで講じてきた防災対策、今後講じていくべき対策等について書面調査を実施した。

表 2-3-1 被災事業所に対する書面調査の概要

対象事業所	東日本の被災事業所 33 事業所（主に PRTR 対象事業所）
対象施設	建物、化学物質取扱施設、タンク、ポンプ等保管施設、配管等
調査項目	<ul style="list-style-type: none"> <li>・被害状況（地震・津波の規模、施設の破損等状況、被災に伴う化学物質の放出状況）</li> <li>・これまでに講じてきた防災対策（ハード・ソフト対策、危機管理体制、危機対応マニュアルの概要）</li> <li>・震災時に有効であった対策</li> <li>・被災を踏まえ今後講じるべき防災対策</li> </ul>

#### ② 書面調査結果

##### 1) 調査回答事業所の情報

本調査の回答は、調査対象事業所全 33 事業所のうち、16 事業所であった。回答の得られた事業所の従業員数、取扱物質数は下表の通りである。回答の得られた事業所のうち、津波の被害を受ける可能性のあった沿岸部に所在する事業所は 6 事業所であった。

回答は従業員数 300 人以上の事業所が最も多く 7 事業所であった。

表 2-3-2 調査対象事業所の状況

従業員数※	業種	事業所数(うち沿岸部の事業所)	取扱物質数※
50 人未満	化学工業、洗濯業、非鉄金属製造業	4(2)	0~3
50 人以上 300 人未満	洗濯業、 パルプ・紙・紙加工品製造業 電気機械器具製造業 金属製品製造業	5(0)	1~5
300 人以上	化学工業 医薬品製造業 石油製品・石炭製品製造業 ゴム製品製造業 一般機械器具製造業	7(4)	7~46

※平成 22 年度 PRTR 届出実績に基づいて整理した。



## 2) 回答事業所の被害状況

地震の震度は、いずれの事業所も5弱～6強の範囲にあり、津波による被害を受けたのは、津波の被害を受ける可能性のあった6事業所のうち4事業所で、その大きさは1～6.5mであった。また、地震に伴う液状化は1事業所、停電は12事業所で発生していた。

表2-3-3 被災状況

被害の内容	事業所数
地震	16事業所（5弱～6強）
津波	4事業所（1m～6.5m）
液状化	1事業所
停電	12事業所
自家発電装置の使用	1事業所
非常用発電装置の使用	5事業所

また、施設の被害件数、地震が45件、津波が10件、その他（停電・火災等）が11件であった。被害箇所別にみると、建物、製造施設、配管、貯蔵施設（タンク）の被害件数が多い傾向にある。

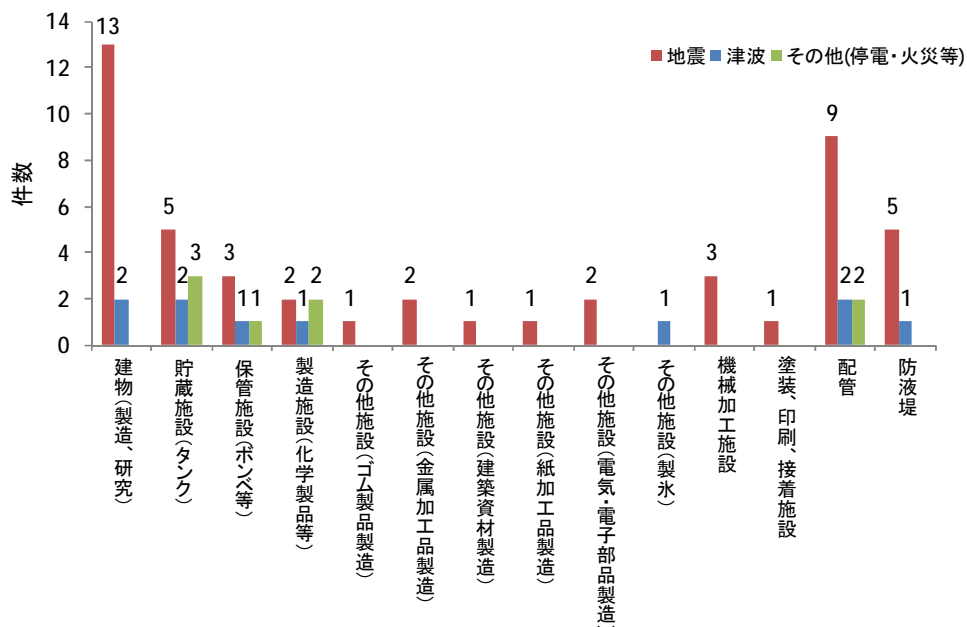


図2-3-1 施設別の被害状況

### 3) 地震による被害状況

地震による被害の件数は、震度が大きいほど被害件数が多く、被害の程度が大きい傾向となっている。

地震による被害のうち、化学物質の漏洩・流出があった（表中赤字）、もしくはこれらのリスクが大きいと考えられるもの（表中青字）は、貯蔵施設（タンク）のブレースの座屈、破断（震度5弱、震度6強）、保管施設（ポンペ等）における保管物の落下（震度5強）、製造施設における、装置、機器の転倒（震度5強）、煙突の倒壊（震度6強）、配管の破断・配管継手部の破損（震度5弱～震度6強）などである。

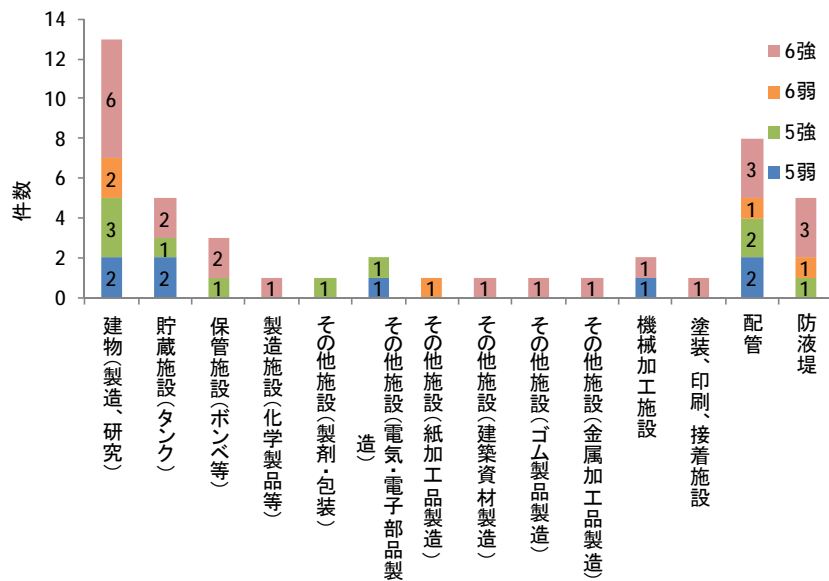


図2-3-2 震度別の被害件数

表 2 - 3 - 4 地震による主な被害

震度	被害箇所	被害内容
5弱 (4 事業所)	建物(製造、研究)	建物外壁の崩落、亀裂の発生・天井材落下、鉄骨の歪み 建物外壁の亀裂、ブレースの曲りが発生
	貯蔵施設(タンク)	水張り中のLPガス球形貯槽のブレースが破断し、倒壊
	その他施設(電気・電子部品製造)	射出成形装置、エアコン等の位置ズレ
	機械加工施設	金型加工設備の位置ズレ
	配管	水道水配管継手の破損 排水配管の破損
5強 (4 事業所)	建物(製造、研究)	外壁の亀裂、天井材落下、窓ガラスの割れ 天井の落下
	貯蔵施設(タンク)	地下貯蔵タンク周辺の地面が陥没
	保管施設(ボンベ等)	自動倉庫内の製品が落下した。
	その他施設(製剤・包装)	医薬品の製剤・包装装置類の転倒、位置ズレが発生
	その他施設(電気・電子部品製造)	電子部品の組立生産関連設備の転倒による機器破損、位置ズレが発生
	配管	メタノール配管の継手部からの漏洩 蒸気配管破断による漏洩が発生 配管破損による水道水の漏水
	防液堤	中和処理槽の防液堤にひび割れが発生
6弱 (2 事業所)	建物(製造、研究)	建物内壁のひび割れ シャッター落下、外壁の崩落、ひび割れ
	その他施設(紙加工品製造)	コルゲートマシン及び印刷機がアンカーボルトごと外れて移動した。
	配管	エアー配管の破損
	防液堤	危険物の屋外タンクの防液堤にひび割れ発生
6強 (6 事業所)	建物(製造、研究)	建物の傾斜、外壁の倒壊、ブレース破断・変形、 シャッターの変形、 建物内間柱の変形、土間の割れ、天井材の落下 ブレース破断・床スラブの傾斜
	貯蔵施設(タンク)	ダクトの変形・落下、ブレース破断、基礎の損傷
	保管施設(ボンベ等)	物流ラックの座屈により容器落下、架台の損傷
	製造施設(化学製品等)	加熱炉煙突の倒壊
	その他施設(建築資材製造)	クレーン用のガーダーフックボルトの破断、緊結ボルトの破断
	その他施設(ゴム製品製造)	コンベア等の落下
	その他施設(金属加工品製造)	アルミ加工品の中間仕掛品が転倒し、不良品が多数発生
	機械加工施設	機械加工設備のアンカーボルト損傷
	塗装、印刷、接着施設	調色工場のコンプレッサー等の位置ズレの発生
	配管	蒸気配管の破損 地下埋設配管(廃水)の破断 配管継手部の破損、吊り金具落下
	防液堤	石油製品タンクの防液堤のひび割れ、表層剥離、基礎底部露出

#### 4) 津波による被害状況

津波による被害は4事業所より10件の回答があった。これらの被害のうち、化学物質の漏洩・流出があった（表中赤字）、もしくはこれらのリスクが大きいと考えられるもの（表中青字）は、貯蔵施設（タンク）の浮上・流出、保管施設（ボンベ等）の流出、配管の変形などである。

表2-3-5 津波による被害

被害箇所	被害内容
建物（製造、研究）	2件：津波による倒壊、 建屋1階部浸水・破損
貯蔵施設（タンク）	2件：タンクの浮上、タンク基礎部分のえぐれ 一部地震&津波&火災で防液堤ごと消失
保管施設（ボンベ等）	1件：津波により施設ごと流出
製造施設（化学製品等）	1件：津波、漂流物（車両）によるプラント、機器の破損等被害
その他施設（製氷）	1件：津波の侵入による機材の破損
配管	2件：配管サポートの破損、配管の変形
防液堤	1件：危険物タンク防液堤の部分的な倒壊や基礎底部露出 一部の防液堤は地震&津波&火災で焼失

#### 5) その他（停電、火災等）の被害

その他（停電、火災等）の被害は11件の回答があった。これらの被害のうち、化学物質の漏洩・流出があった（表中赤字）、もしくはこれらのリスクが大きいと考えられるもの（表中青字）は、停電による化学物質の温度上昇、火災によるタンク・施設等の炎上、倒壊、液状化による埋設物の浮上、地面の陥没による配管の変形などである。

表2-3-6 地震・津波以外の原因による被害

被害箇所	被害内容
貯蔵施設（タンク）	3件：停電による危険物、化学物質の温度上昇 火災によるタンクの炎上、倒壊 地震&津波&火災で消失
保管施設（ボンベ等）	1件：停電により冷蔵、冷凍庫の温度が上昇
製造施設（化学製品等）	2件：停電により製造物が分解し、使用不能 製品出荷設備の火災
機械加工施設	1件：地面の陥没、地割れ
配管	3件：液状化による埋設物の浮上 火災による焼失 地面の陥没により変形
防液堤	1件：地震&津波&火災で消失

## 6) 化学物質の流出被害

化学物質の流出被害の内容は、下表に示すとおりである。地震による被害は、塗料販売所における保管塗料の落下、プラントにおけるタンク配管の破損、津波による被害は津波による保管容器の流出、タンク破損による燃料の流出である。また、流出には至らなかったものの、停電によりアンモニアタンクの圧力が上昇し、制御不能になる事例があった。

表 2-3-7 化学物質の漏洩・流出被害状況

被害原因	被害箇所	被害の内容	物質名	流出量	流出先
地震	その他施設 (調色工場)	棚から塗料缶が落下して漏出	ミネラルスピリッツ	1m <sup>3</sup>	大気
	保管施設 (危険物倉庫)	物流ラックから塗料缶が落下して漏出	トルエン、キシレン、 ミネラルスピリッツ	5m <sup>3</sup>	大気
	配管	配管が破損して漏出	メタノール、水	不明	防液堤に留まったため全量回収
津波	保管施設	津波により、PCB 保管施設ごと変圧器等が流出	PCB	変圧器、 安定器、 コンデンサー等 約 40 基	不明
	貯蔵施設 (タンク)	津波によりタンクが破損し流出	ガソリン、灯軽油、 重油等	不明	大気、水域 土壌
停電	貯蔵施設 (タンク)	停電によりタンク内の液体アンモニアが気化し、タンク内圧が上昇し制御できなくなった。	アンモニア	不明	社内処置基準に従い、緊急的にタンク内のアンモニアと水を混ぜて海域に流した。

## 7) 東日本大震災までに講じてきた防災対策

東日本大震災までに事業所において講じてきた対策は、地震、災害全般を想定した対策が多く、津波に絞った対策は、ほとんどとられていない状況であることが明らかとなった。施設別では、建物（製造、研究）、貯蔵施設（タンク）、配管についての対策が多い結果となった。この他、ソフト面の対策として、施設の施錠管理や、日常点検・パトロールが重要であるといった回答もみられた。

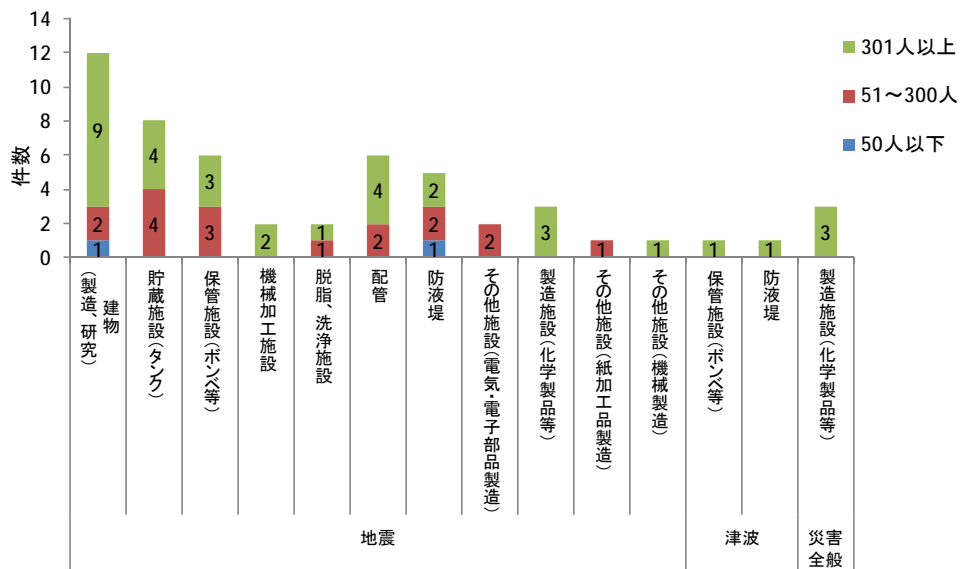


図 2-3-3 これまでに講じてきた防災対策の件数

表 2-3-8 これまでに講じてきた防災対策

災害の想定	対策箇所	対策内容
地震	建物(製造、研究)	建設時点での耐震基準の適合、耐震補強
	貯蔵施設(タンク)	建設や改造時点での耐震基準への適合 塩酸タンクに防液堤を設置 元弁の遠隔閉止設備を設置
	保管施設(ポンベ等)	緊急遮断弁の設置 転倒防止対策(チェーン、金網フェンス)
	製造施設(化学製品等)	耐震設計・耐震補強 感振計の設置、緊急遮断弁の設置 プラントの自動停止システム 非常用電源の設置
	その他施設(電気・電子部品製造)	都市ガスボイラー設備に感振計、緊急遮断弁を設置 コンベア、簡易階段等をアンカー固定 電子部品組立装置を、アンカーボルト、転倒防止マット、装置の連結等により固定
	その他施設(紙加工品製造)	都市ガスボイラー設備に感振計、緊急遮断弁を設置
	機械加工施設	NC 盤等工作機械をアンカーボルトにより床面に固定
	脱脂、洗浄施設	流出防止蓋の設置、流出防止ピットの設置 アンカーボルトによる装置と床面の固定
	配管	建設時点での耐震基準の適合、耐震補強 配管支持金具の増強(振れ防止) 洗浄機の本体とポンプを繋ぐ配管をフレキシブル管に交換
	防液堤	耐震補強 防災資材(土のう、吸着マット)の準備 ピットの整備
津波	保管施設(ポンベ等)	扉の設置、施錠(津波の流入防止)
	防液堤	目地をふさぐ
災害全般	建物(製造、研究)	停電時の非常用発電装置設置
	貯蔵施設(タンク)	防液堤の設置
	製造施設(化学品製造等)	停電時の計装用の非常用電源(蓄電池)の設置

## 8) 事業所における危機管理体制

災害を想定した危機管理体制が事業所内で整備されていると回答した事業所は **14** 事業所 (**16** 事業所中) であった。いずれの事業所も従業員への防災訓練を年間 1～2 回程度実施しており、消防訓練のほか、危険物・毒性ガス漏洩時の対応、地震・津波発生時の避難、非常召集、初期対応・情報収集訓練などが実施されている。

また、災害時対応マニュアルが整備されていると回答した事業所は **13** 事業所 (**16** 事業所中) であった。なお、マニュアル等の整備されていないとの回答があったのは、**2** 社が洗濯業、**1** 社が一般機械器具製造業であった。

マニュアルで想定している災害として、多くの事業所が、震度 5 弱以上の地震、津波の発生を回答しているほか、火災・爆発や有害物質の漏洩を挙げているものもある。

表 2-3-9 災害時対応マニュアルで想定されている災害の規模

地震	震度5弱～震度7 一定の加速度でプラント停止 (100gal,250gal) など
津波	津波の発生が予想される状況、海岸線道路冠水
その他	火災・爆発、有害物質漏洩・風水害等

マニュアルで規定されている事項について、事業所の従業員数の規模で整理すると、地震、その他の災害 (火災・爆発・化学物質漏洩等) については、多くの事業所で災害発生時の処置基準、流出防止のための応急措置、避難、体制、安否確認の規定があるが、従業員数 **50** 人以下の事業所では、安否確認を規定している事業所は **1** 事業所のみであった。また、津波については、処置 (停止) 基準、周辺住民の避難について規定されている事業所はなかった。

なお、周辺住民の避難について規定しているとの回答が得られたのは、従業員数 **300** 人以上の化学プラント、製油所のみであった。

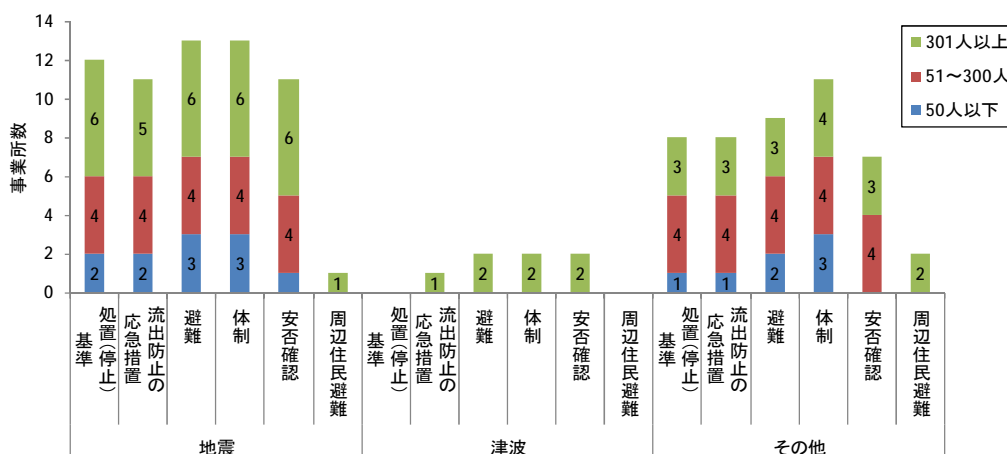


図 2-3-4 災害時対応マニュアルに規定されている事項



### 9) 東日本大震災時に有効であった防災対策

東日本大震災発生時に有効であった対策は、地震に関してはハード面での対策が有効であったとの回答が多い結果となった。また、ソフト面での対策は、地震や津波に限らない災害全般を対象としたものが多い結果となった。事業所の規模をみると、従業員数が 51 人以上の事業所ではハード面での対策が有効であったとの回答が多く得られた。

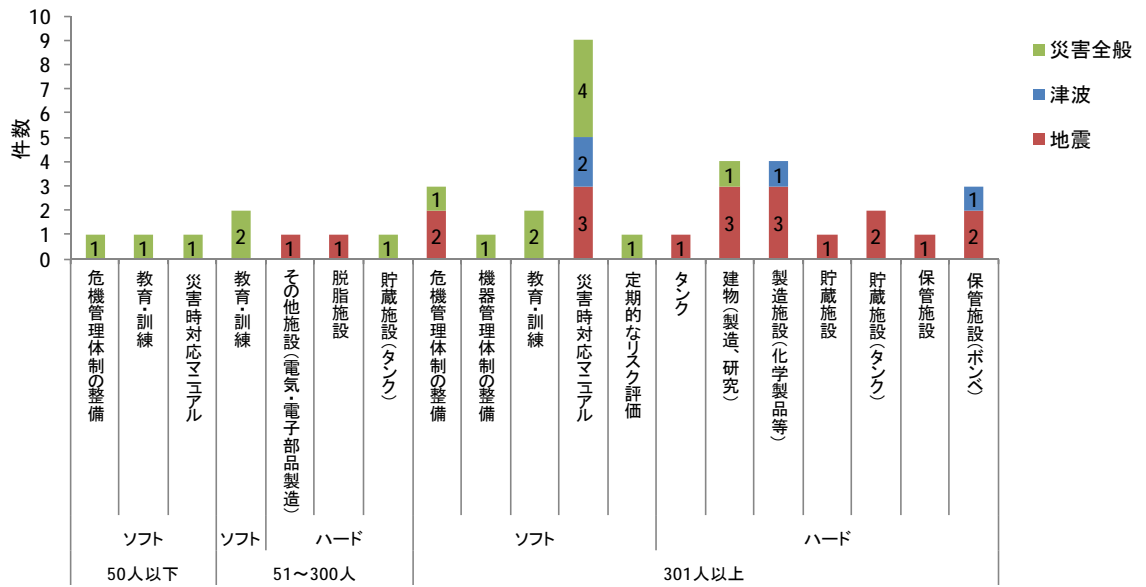


図 2-3-5 東日本大震災発生時に有効であった対策

表 2-3-10 有効であった対策の内容

従業員数	対策の種類	対策内容		効果
50 人以下	ソフト	危機管理体制の整備		マニュアル通り全従業員が対応出来た。
		災害時対応マニュアル		マニュアル通り全従業員が対応出来た。
		教育・訓練		マニュアル通り全従業員が対応出来た。
51 人 ~ 300 人	ハード	貯蔵施設 (タンク)	防液堤の設置	タンク破損に伴う化学物質の漏洩防止
		その他施設 (電子部品製造)	生産設備のアンカーボルト等による固定	転倒による化学物質の漏洩防止
		脱脂洗浄施設	流出防止蓋の設置 外部流出防止ピットの設置	地震による流出防止
	ソフト	教育・訓練	防災・防火総合訓練、 消防訓練、避難訓練	震災時の避難・その他の施設確認等において迅速に対応ができた。 すみやかに安全な対応が図れた。
301 人以上	ハード	建物 (製造、研究)	建設・改修時の耐震基準適合	地震により倒壊せず。
			非常用発電装置の設置	停電による二次災害の防止
		貯蔵施設 (タンク)	耐震新基準の適合	倒壊、液状化等防止
		保管施設 (ボンベ等)	転倒防止(チェーン等)、 扉の設置、施錠	転倒による二次災害防止、津波の流入防止
	製造施設 (化学製品等)	プラントの異常検知、自動停止システム	二次災害防止	
	ソフト	危機管理体制の整備		対策本部に情報収集し、対応を協議して決定することが出来た。迅速且つ適切な処置を講ずることができた。
		災害時対応マニュアル		迅速に初期動作が行えた。 迅速且つ適切な処置を講ずることができた。
		定期的なリスク評価		重要度の高いリスクに対し、事前に対策が出来た。従業員の防災意識の向上が図れた。
教育・訓練		従業員の避難、その他施設確認等において迅速に対応ができた。		

1 0) 今後の災害の想定と講じていくべき対策

東日本大震災を踏まえた、今後の災害の想定は、地震についてはほとんどの事業所で、震災時の震度と同等以上の震度を想定すると回答されていたが、詳細な想定については未定としている事業所もあった。津波については、事業所の被害実績や、周辺地域の被害実態に基づいて想定している事業所が多い。液状化については、津波被害を受ける可能性のあった6事業所中2事業所で想定しているとの回答があり、商用電源の停電については9事業所が想定すると回答している。

表 2-3-1 1 震災以降の災害の想定

災害の種類	回答事業所数と内容
地震の規模	15 事業所(震度 5 強～震度7)
津波高さ	4 事業所(3～10m)
浸水深	1 事業所(~2m)
液状化	2 事業所
商用電源の停電	9 事業所

東日本大震災を踏まえ、今後講じていくべき災害対策の件数は下図、対策内容は下表のとおりである。ハード面では建物への対策が8件、ソフト面では教育・訓練が11件とそれぞれ多くなっている。

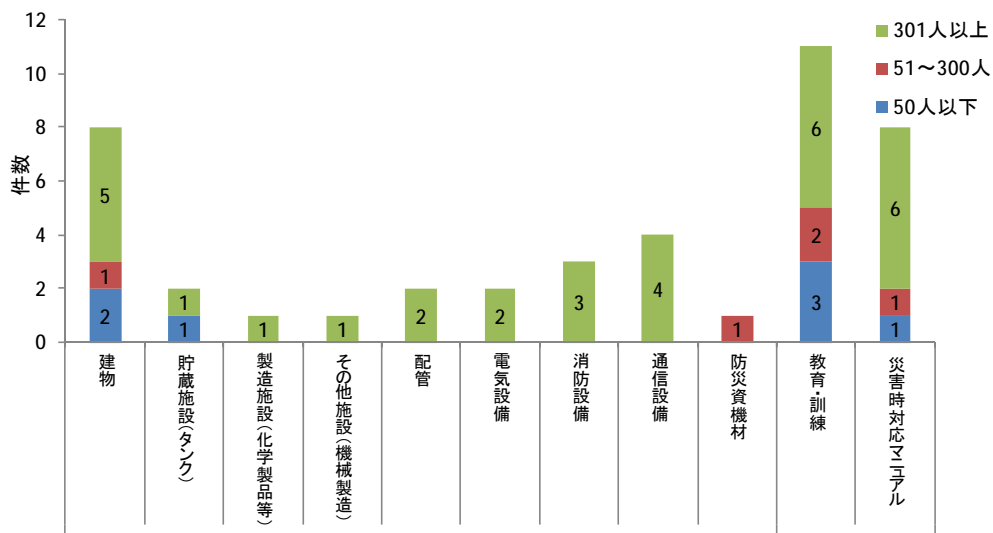


図 2-3-6 今後講じていくべき防災対策

表 2-3-12 今後講じていくべき防災対策

従業員数	対策の種類	対策の対象	内容
50 人以下	ハード面	建物	2 件: 現行の耐震基準に適合するよう建替え・補強
		貯蔵施設(タンク)	1 件: 貯蔵施設の耐震補強
	ソフト面	教育・訓練	3 件: 地震・津波発生に対する想定訓練(機器停止・避難)の実施 塗料の流出に対する想定訓練の実施
		災害時対応マニュアル	1 件: 津波発生時の措置基準を作成
51 人 ～ 300 人	ハード面	建物	1 件: 現行の耐震基準に適合するよう補強
		防災資機材	1 件: 最低限の水、非常食の確保
	ソフト面	教育・訓練	2 件: 訓練の有効性強化(供給源停止マニュアルの整備) 大規模漏洩の前提で訓練実施
		災害時対応マニュアル	1 件: 災害マニュアルの見直し(全社共通)
301 人以上	ハード面	建物	5 件: 現行の耐震基準に適合するよう補強・立替 非常事態対策本部用の非常用発電機、 ソーラーパネル、蓄電池の設置 非常事態対策本部を最上階に設置
		貯蔵施設(タンク)	1 件: 施設の耐震補強を実施
		製造施設(化学製品等)	1 件: 地震計と連動したプラント自動停止システムの構築
		機械加工施設	1 件: 事業所内の工作機械等機器をアンカー固定
		配管	2 件: トレンチのオーバーガード化(液状化対策) 配管の吊り金具の補強
		電気設備	2 件: 制御設備および電気設備の階上への移設 電気室・計器室の水密性向上対策(扉のシール性改善、開口部の閉止)
		消防設備	3 件: 消火用水の増強、消防車両の高所避難場所確保(津波対策)
	通信設備	4 件: 自治体との防災無線の設置 停電、通信障害に備え、非常用通信機器を配備(無線機、 衛星携帯電話、非常用トランシーバー、黒電話方式の電 話、ラジオ)	
	ソフト面	教育・訓練	6 件: 地震・津波発生時の施設停止および避難訓練の実施 化学物質の漏洩・流出に対する想定訓練の実施 全停電を想定した訓練の実施、 安否確認システムの訓練の実施
		災害時対応マニュアル	6 件: 地震・津波を想定した避難マニュアルの見直し 津波発生時の措置基準(施設確認、停止等)について、マ ニュアルに反映 全停電時の安否・情報の共有化をマニュアルに規定 津波警報・大津波警報が発令時の事業所への参集の基 準を設定

③ 被災事業所の現地調査

東日本大震災における化学物質取扱施設の被害状況調査結果より、大震災に伴う被害、対策等に特徴のみられる事業所に対し、さらに詳細な情報を収集するため、現地調査を実施した。

被災事業所 1

訪問先：関東地方臨海部 化学工業 従業員数：300人以上

訪問日：平成 25 年 1 月 30 日(水)

震度・津波高さ：震度 6 弱、津波高 6.5m

液状化：有

停電：有（非常用発電装置使用）

被災事業所 2

訪問先：東北地方内陸部 医薬品製造業 従業員数：300人以上

訪問日：平成 25 年 1 月 31 日(木)

震度：震度 5 強

液状化：無

停電：有（非常用発電装置使用）

表 2-3-13 被災事業所 1 の現地調査結果

項目	内容
○東日本大震災において被害を受けた施設・設備の状況	
東日本大震災における施設の被害状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地震による被害は、津波による海水取水場の陥没、ポンプ水没、液状化によるトレンチの浮上、津波による栈橋周辺の地面陥没、配管・ローディングアーム等の変形が主である。被害箇所は配管、海水用電動機、建屋、トレンチ構造の地下構造物も多かったが、配管の破断はなかった。</li> <li>・地震・津波による直接的な被害の他、漂流した大型タンカーの衝突による被害も発生した。</li> <li>・タンクエリアに津波が到達しなかったため、タンクからの流出等被害はなかった。</li> <li>・製造プラントについては建設当時の耐震基準で、機器破損、漏洩、災害等のトラブルなし。</li> </ul>
○東日本大震災までに講じてきた対策について	
製造施設における対策について	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製造施設には、自動停止システム(インターロックシステム)が備えられており、地震加速度に応じて弁の閉止、放圧などを自動的に行う。本システムは電力喪失時においてもばね動力により自動動作する。</li> <li>・停止基準はプラントにより異なるが、150GAL で用役を除く全プラントが電気遮断し、インターロックが動作する。</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・システムにより製造施設は安全に停止し、保安、安全に係る被害はなかった。</li> </ul>
その他ハード面で実施していた対策について	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本事業所では <b>1000kL</b> 未満の小さなタンクも含め、全てのタンクに緊急遮断弁を設置していた。</li> </ul>
ソフト面で実施してきた対策について	<ul style="list-style-type: none"> <li>・タンクを対象にリスクの大きさ(スロッシングに伴うタンクへの被害)と発生頻度を考慮したリスク評価を実施している。配管は対象にしていない。</li> <li>・運転員は平時から緊急操作訓練を月<b>1</b>回以上実施しており、今回の震災の経験より、運転員の平時からの訓練の積み重ねが非常に重要であると感じている。</li> </ul>
○施設・設備の復旧について	
復旧の手順	<ul style="list-style-type: none"> <li>・安全措置の完了、検査補修に必要な基幹インフラ(窒素、工水、電気、蒸気)の復旧を最優先とし、必要な用役の優先供給先の指定や、使用量の制約等を実施した。</li> <li>・工水については、以前より行政との密なコミュニケーションにより、コンビナートの安全確保・操業の面で生命線である認識を共有していたことより、早期の復旧に繋がった。</li> <li>・一部のプラントでは、設備内部に固形物が残ったため、その除去に長期間を要した。</li> </ul>
コンビナート協調・行政とのコミュニケーションについて	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンビナート内での用役の配分、復旧順序、行政折衝等のコンセンサスづくりが非常に重要である。</li> <li>・コンビナート内で各会議体を定期的に開催し、今回の震災のように協調・連携をとる素地が出来ていた。</li> <li>・行政とは、相互理解と協業体制を長期間かけて培ってきた。</li> </ul>
○東日本大震災以後に新たに実施した対策	
地震対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地震については、断熱材の変形・配管サポートの脱落などがあったものの、現状の耐震強度で概ね問題ないと考えられる。</li> <li>・液状化のあった箇所は、埋設トレンチを廃止し震度6強に対応するオーバーガーダーに変更した。</li> <li>・設備対策は、製造設備、タンクを最優先に実施していく。</li> </ul>
津波対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・津波については、国・県の被害想定を元に検討を進めている。</li> </ul>
その他対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・通信設備の多重化を図るため、ラジオの配備、インターネットによる連絡体制の強化を実施。</li> </ul>
○その他	
発災時の周辺地域への周知について	<ul style="list-style-type: none"> <li>・化学物質の漏洩等があった場合、自治体への連絡を通じ防災放送を行う体制となっている。</li> </ul>

表 2-3-14 被災事業所 2 の現地調査結果

項目	回答
○東日本大震災において被害を受けた施設・設備の状況	
東日本大震災における施設の被害状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原料配管のトレース配管より加熱冷却用熱媒が漏洩した。漏洩箇所はほとんどがタンクヤードであったため、幸いにも防液堤内に留まりほぼ全量回収できた。被害のあった配管は鋼管であり、被害箇所は腐食・減肉が進行していたものと思われる。</li> <li>・その他軽微な配管の破損も発生したが、主に口径 1 インチ以下の配管で被害が生じていた。</li> <li>・工場内の建物は新耐震基準に適合しており、構造材の被害はなかったが、鉄骨構造の建物では揺れにより上層階の非構造材（天井材、照明器具等）が被害を受けた。</li> <li>・地下タンク設置個所では、埋戻しの砂が地震により移動したと考えられる陥没が発生した</li> <li>・タンクでは漏洩等の被害はなかったが、アンカーの破損や緩み等が発生した。また、停電により製造中の物質が経時変化するなど品質管理上問題が出た。</li> <li>・自動倉庫のスタックークレーンの電線に物が落ち、運転不能になった。現在、免震ダンパー等、倉庫の免震化を検討中である。</li> </ul>
○東日本大震災までに講じてきた対策について	
原薬製造設備における対策について	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原薬製造施設は、感震計と連動した自動停止システムを備えている。しかしながら、製造のプロセスがバッチ式であり、時々で製造過程の状態が異なるため、現状では部門長の判断により手動で設備停止を行う体制となっている。</li> <li>・反応釜および付帯設備は基本的に停電時では安全側に働く構造となっている。</li> </ul>
その他ハード面で実施していた対策について	<ul style="list-style-type: none"> <li>・場内排水は、雨水系と場内排水の計 2 ラインとなっており、生物処理をした後排水している。pH、TOC の連続監視を行っており、異常時は緊急遮断弁により自動閉止する。また、製造施設では、建屋内にピットが設けてあり、緊急遮断弁による排水の封じ込めが可能である。</li> <li>・工場の敷地内に勾配を設けてあり、化学物質の漏洩時には工場内の最も低い場所に排水がたまる構造となっている。</li> </ul>
ソフト面で実施してきた対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・合成プロセスのリスク評価を行っており、非常用電源を設置しなくても安全に処置できることを確認している。</li> <li>・時期、時間帯別に災害のシナリオを作成し、想定される被害を抽出するなど、リスクの把握に努めている。</li> <li>・部署単位では FMEA（設計の不完全や潜在的な欠点を見出す故障モード影響解析）による定期的な評価を実施している。</li> </ul>

災害時の規定・マニュアルの内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・災害対策基準に、火災・爆発・テロ等への対応について規定しており、それに基づいた手順書が整備されている。</li> <li>・手順書では、災害時の対応について、時間帯ごと、化学物質ごとに詳細な手順が定めてある。</li> <li>・地震時の対応は、震度3以下では設備のチェックを実施、震度4以上では設備のチェックを行った上で対応を判断するようにしている。</li> </ul>
○東日本大震災以後に新たに実施した対策	
ハード面での対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・商用電源が喪失した場合でも、可能な限り生産が維持できるよう非常用発電設備を構築中である。</li> <li>・非常用の物資として、ヘッドライト、電池、トランシーバー、衛星電話、MC A無線を補強した。</li> </ul>
震災を踏まえた災害時の規定・マニュアルの改定について	<ul style="list-style-type: none"> <li>・これまでのマニュアルでは、設備を完全に停止することを想定していなかったことから、設備の停止や、運転の再開に関する手順書を現在作成中である。</li> </ul>
○その他	
被災時に困ったこと	<ul style="list-style-type: none"> <li>・震災時、防液堤内に漏洩した加熱冷却用熱媒、反応釜中の薬液等を回収するケミカルドラムが不足した。(ドラム缶約400本を手配した)</li> </ul>



④ 被災事業所の書面調査および現地調査のまとめ

1) 被害状況

被害を施設別にみると、建物、配管、貯蔵施設（タンク）の被害件数が多い傾向にある。地震、津波、その他の災害における主な被害は下表のとおりであり、化学物質の漏洩・流出があったものは赤字で、そのリスクが高いと考えられるものは青字で示した。

地震と被害の関係をみると、震度5弱では建物の被害や配管の破損、震度5強以上では、ポンペ等保管物の落下や、装置・機器類の転倒等被害等が発生している。

また、津波については、4事業所のみの回答であるが、津波高6～7m、浸水深3.5m程度で配管の破損、タンクの浮上、ポンペ等保管物の流出が発生している。

その他、停電によるタンク内容物の温度、内圧の上昇、液状化による配管の変形等が発生している。

表2-3-15 主要な被害

災害	規模	被害箇所	被害内容
地震	5弱～	建物(製造、研究)	外壁、内壁の崩落・亀裂の発生、ブレース破断・変形
	5弱～	貯蔵施設(タンク)	ブレースの座屈・破断、倒壊
	5強～	保管施設(ポンペ等)	保管物の落下
	6強	製造施設(化学製品等)	煙突の倒壊
	5強	その他施設(製剤・包装)	装置・機器の転倒
	5強	その他施設(電気・電子部品製造)	装置・機器の転倒
	6弱	その他施設(紙加工品製造)	装置・機器の移動
	5弱～	機械加工施設	装置・機器の移動
	5弱～	配管	配管・配管継手部の破損変形
津波	津波高7m 浸水深3.5m	貯蔵施設(タンク)	タンク本体の浮上(津波)
		保管施設(ポンペ等)	施設ごと容器が流出(津波)
		製造施設(化学製品等)	漂流物(車両)による機器の破損等被害(津波)
	津波高6.5m	その他施設(港湾施設)	ローディングアームの変形
	津波高6.5m～	配管	配管、継ぎ手部の破損、変形
その他	—	貯蔵施設(タンク)	化学物質の温度、タンク内圧上昇(停電)、タンク炎上(火災)
	—	配管	配管・配管継手部の変形(地面陥没)、トレンチ等埋設物の浮上(液状化)、配管の焼失(火災)

注) 化学物質の流出被害のあったものを赤字、流出被害はなかったものの、流出の懸念があるものを青字とした。

## 2) 東日本大震災までに講じてきた防災対策・危機管理体制

これまでに講じてきた防災対策や危機管理体制は、地震を主な対象としている場合が多く、津波への対策・体制はあまり整備されていないことが明らかとなった。

具体的な防災対策は、施設別にみると、建物（製造、研究）、貯蔵施設（タンク）、配管についての対策が多い傾向にある。また、ソフト面の対策として、施設の施錠管理や、日常点検・パトロール等を実施しているとの回答もみられた。

危機管理体制や災害時の対応マニュアルについては、洗濯業2事業所、一般機械器具製造業1事業所を除いた13事業所で整備されており、地震については震度5～7程度、津波については津波発生が予想される状況や海岸道路冠水、その他の事象については火災・爆発、有害物質漏洩・風水害等が想定されている。

災害時の対応マニュアルの内容についてみると、規模の小さい事業所では安否確認について規定している事業所はあまりないという結果となった。また、事業所周辺住民の避難について規定されていたのは、従業員数300人以上の化学プラント、製油所のみであった。

また、教育・訓練については、消防訓練のほか、危険物・毒性ガス漏洩時の対応、地震・津波発生時の避難、非常召集、初期対応・情報収集訓練などが年1～2回程度実施されている。

## 3) 今後の災害の想定

東日本大震災を踏まえた今後の災害の想定については、地震・津波とも、震災時の震度、津波高さと同程度以上を想定している事業所が多い。

## 4) 東日本大震災時に有効であった防災対策と、今後講じていくべき対策

震災時には地震ではハード面での対策、災害全般に関してはソフト面の対策が有効であったとの回答が多く得られた。ハード面では、施設の耐震化、保管物、装置類の固定、停電対策、製造施設の自動停止システムなど、ソフト面では、危機管理体制、災害時の対応マニュアルの整備、防災訓練などが有効であったとの回答が得られた。

また、事業所の規模別では従業員50人以上の事業所ではハード面での対策が有効であったとの回答が多く得られている。

今後講じていくべき対策は、ハード面では施設の耐震化、保管物、装置類の固定、電気設備や消防設備の津波対策、通信設備の停電対策、ソフト面では災害の想定訓練の実施や、被災を踏まえた災害時対応マニュアルの見直しといった回答が得られた。

震災時に有効であった、あるいは今後講じていくべき主要な対策は表2-3-16の通りである。

表 2-3-16 主要な対策

種類	対策の対象	内容
ハード面	建物	現行の耐震基準への適合するよう建替え、補強 非常用発電設備等の停電対策 非常事態対策本部を最上階に設置(津波)
	貯蔵施設(タンク)	現行の耐震基準に適合するよう補強 防液堤の設置
	保管施設(ボンベ等)	転倒防止(チェーン等)、扉の設置、施錠
	製造施設(化学製品等)	地震計と連動したプラントの自動停止システム
	その他施設(電気・電子部品製造)	設備の固定
	機械加工施設	設備の固定
	脱脂洗浄施設	外部流出防止ピットの設置 流出防止蓋の設置
	配管	トレンチのオーバーガーダー化(液状化対策) 配管の吊り金具の補強
	その他施設(電気設備)	制御設備および電気設備の階上への移設 電気室・計器室の水密性向上対策(扉のシール性改善、開口部の閉止)
	その他施設(消防設備)	消火用水の増強、消防車両の高所避難場所確保(津波対策)
ソフト面	その他施設(消防設備)	自治体との防災無線の設置 停電・通信障害に備えた非常用通信機器の整備
	リスクの把握	定期的なリスク評価の実施
	教育・訓練	地震・津波発生に対する想定訓練(機器停止・避難)の実施 全停電、漏洩・流出などの想定訓練の実施 訓練の有効性強化
	災害時対応マニュアル	地震・津波を想定したマニュアルの見直し 津波発生時の措置基準(設備停止等)の規定 全停電時の安否・情報の共有化をマニュアルに規定

5) 事前の対策と、震災時の被害状況、震災を踏まえた対策状況について

各施設で震災以前に講じてきた対策と、震災時の被害状況、被害を踏まえた対策の実施状況をまとめると表 2-3-17 のとおりとなる。

多くの施設で、施設の耐震化、保管物、装置類の固定、プラントの自動停止システム等により被害の発生が防がれており、有効な対策であることがわかる。また、施設の耐震基準への適合状況と被害の関係より、建設時点での耐震基準へ適合しているだけでは被害の発生を防ぎきれていないケースがあり、国の調査結果と同様の傾向がみられる。

表 2-3-17 事前の対策と被害、事後の対策の関係

災害		施設	事前の対策	震災時の被害状況	震災後に新たに実施した対策
地震	津波				
5弱	-	建物 (製造、研究)	建設時点での建築基準による耐震設計	壁の崩落、亀裂の発生、天井材落下、鉄骨の歪み	現行の基準に適合するよう耐震補強を推進
		建物 (製造、研究)	建物の耐震補強等の対策を実施	被害なし	-
		貯蔵施設 (タンク)	防液堤の設置	被害なし	-
		貯蔵施設 (タンク)	耐震新基準適合	被害なし	耐震補強の推進
		保管施設 (ポンプ等)	転倒防止(チェーン)、扉の設置、施錠	被害なし	-
		その他施設 (電気・電子部品製造)	①都市ガスを使用するボイラー設備に感震計、緊急遮断弁を設置した。 ②電気部品製造工程の付帯設備(コンベア等)をアンカーボルトにより固定した。	ボイラーについては被害なし 製品製造装置(射出成型機)にズレ発生	-
		配管	耐震設計	被害なし	-
5強	-	建物 (製造、研究)	建設時点での建築基準による耐震設計	外壁の亀裂等被害、外壁の亀裂、天井材落下、窓ガラスの割れ	-
		貯蔵施設 (タンク)	耐震新基準適合	一部でタンク周辺の地面が陥没した。	-
		貯蔵施設 (タンク)	建設時点での耐震設計	被害なし	-
		貯蔵施設 (ポンプ)	チェーン・金網フェンス等の転倒防止対策	被害なし	-
		製造施設(化学製品等)	①異常検知システム(地震計連動の自動停止システム) ②停電時の非常用電源の設置	プラントは安全に停止した。 停電により製造物が分解し、使用不能となった。分解による破裂等の危険性はなし。	停電時でも可能な限り生産が継続出来るよう発電設備を構築中
		その他施設 (電気・電子部品製造)	設備固定による転倒防止(転倒防止マット、天井とワイヤで固定、設備同士の固定)	被害なし	装置類を壁や天井支柱と固定する対策を推進する。
		その他施設 (電気・電子部品製造)	設備固定による転倒防止(転倒防止マット、天井とワイヤで固定、設備同士の固定)	対策済みの装置は転倒せず。 未対策の装置は転倒、ズレ・破損が発生	装置類を壁や天井支柱と固定する対策を推進する。
		機械加工施設	NC旋盤等事業所内の機械設備をアンカーボルトにより床面に固定	被害なし	機械・設備のアンカーによる固定の推進
		脱脂、洗浄施設	アンカーボルトによる装置と床面の固定	被害なし	-
		配管	建設時点での耐震設計	配管破損による漏水	-
		配管	洗浄機のポンプと本体をつなぐ配管をフレキシブル管に交換	被害なし	-
6弱	-	建物 (製造、研究)	建設・改造時点での耐震基準適合	内壁のひび割れ	-
		貯蔵施設 (タンク)	建設・改造時点での耐震基準適合	被害なし	-
		貯蔵施設 (タンク)	防液堤の設置	被害なし	-
		保管施設 (ポンプ等)	チェーン等設転倒防止対策	被害なし	-
		製造施設 (化学製品等)	プラントの自動停止システム 停電時の非常用電源の設置	被害なし	-
		その他施設 (紙・加工品製造)	ボイラーに感震計と連動した自動停止システムを導入	被害なし	-
		配管	建設・改造時点での耐震基準適合	被害なし	-
		配管	-	液状化による埋設物(配管トレンチ)の浮上	トレンチのオーバーガード化(地上配管化)
6強	-	建物(製造、研究)	建設時点での建築基準による耐震設計	壁の倒壊、傾斜の発生	現行の耐震基準に適合するよう建替え
		貯蔵施設 (タンク)	耐震設計・耐震補強	被害なし	-
		製造施設 (化学製品等)	自動停止システム、非常用電源の設置 耐震設計・耐震補強	プラントは地震時に自動停止した。 加熱炉煙突が倒壊。	-
		脱脂、洗浄施設	流出防止蓋の設置、外部流出防止ビットの設置	被害なし	-
-	3m	配管	-	配管継手部の破損、吊り金具落下	配管の吊り金具の補強
-	3m	建物(製造、研究)	-	津波により倒壊	耐震補強の推進
-	3m	その他施設(製氷)	-	施設内機材(製氷機等)が津波により破損	貯蔵施設の耐震機能強化

注) 事前の対策と被害、事後の対策の関係については同一の施設に関する回答であると確認出来たもの以外は、書面調査の回答内容から事務局の判断により整理した。

## ⑤ 震災時の化学物質管理に係る東京都へのヒアリング調査

東日本大震災時に東京都内において発生した化学物質管理に係る被害実態等調査や調査等によって得られた知見について、ヒアリング調査を実施した。調査概要は以下の通りである。

### 1) 調査概要

訪問日：平成 24 年 11 月 21 日(水)

訪問先：東京都 環境局化学物質対策課

### 2) 調査結果

都の実施する調査の概要は以下の通りである。

①被災地の被害実態調査（アンケート 100 件、現地調査 5 件）

②都内事業所の実態調査（現地調査 24 件）

③実態調査結果を元に、首都直下地震等発生時における被害（化学物質の漏洩）想定を行う。

④被害想定の結果を元に、首都直下地震等発生時の化学物質の大気拡散シミュレーションを実施し、事業所周辺の化学物質の拡散の程度や、対策を講じた場合の被害低減効果を、事業者がイメージしやすい資料としてまとめる。

- ・対象とする施設は、東京都化学物質適正管理制度の対象施設を主とし、高圧ガス保安法、毒劇法等、他法令の規制対象となる施設については、当該法令の規制をベースに整理する。
- ・東京都は、地形的に津波被害が限定的と考えられるため、本調査では津波については主な検討対象とはしない。
- ・大気シミュレーションには **METI-LIS** モデルを使用する。シミュレーションの対象は、都内で適正管理化学物質の使用量等の多い主な業種としている。

調査等によって得られた知見

- ・緊急時に行う設備の確認等は、不測の事態にも対応できるよう複数名で実施することが必要である。
- ・緊急時に組織的な対応を行うためには、現場担当者以外にも化学物質や設備に関して取り扱いができるよう、マニュアル類の整備や日常的な訓練が重要である。
- ・設備の劣化等に起因する、地震による破損のリスクを低減するためには、メーカーによる定期的なメンテナンスを受けておくことが重要である。
- ・これまでの調査結果では、槽から漏えいした複数の化学物質が、本来、系統別に排水されるはずが、震災時に混合してしまったケースも見られ、その場合、化学反応により有毒ガス発生懸念がある。

(4) 被害実態調査に基づく課題の抽出

2 被災地域での被害実態調査より、工業施設における化学物質の流出防止に関する課題を抽出し、課題に対応する対策について整理した。

① 東日本大震災で発生した主要な被害

調査結果より、工業施設において、化学物質（PRTR 対象物質、危険物、高圧ガス、毒物・劇物等）の流出があった、または流出のリスクが高いと考えられる被害を整理した。

1) 地震による被害

化学物質等（危険物、高圧ガスを含む）の流出被害やそのリスクの高い被害として、危険物施設では、屋外タンク貯蔵所の浮き屋根の破損、屋内貯蔵所の保管容器の落下の他、配管の破損が報告されている。また、高圧ガス施設では、貯槽の倒壊・破損、配管・弁等の破損といった、直接流出につながるような被害の他、緊急遮断装置や計装設備等機器の破損、不具合が報告されており、毒物・劇物施設については、地震の揺れによるメッキ槽内液の漏洩などが報告されている。

被災事業所の書面調査および現地調査結果では、貯蔵施設（タンク）のブレースの座屈、破断、停電によるタンク内圧の上昇・化学物質の温度上昇、保管施設（ポンプ等）の保管物の落下、製造施設（化学製品等）の煙突の倒壊、その他施設（化学製品以外の製造施設）や機械加工施設の装置・機器の転倒、配管・配管継手部の破損、変形、といった被害がみられた。また、地震に伴って発生する地面陥没による配管の破損、液状化による埋設物の浮上、停電によるタンク内の化学物質の温度・内圧の上昇などが発生している。

また、化学物質の流出には直接的な影響は少ないが、何れの調査においても建物の倒壊や破損といった被害が多く見られている。

表 2-4-1 地震による主な被害

対象施設	被害内容
危険物施設	屋外タンク貯蔵所: 浮き屋根、付属配管等の破損による流出 屋内貯蔵所: 危険物容器の落下 地下タンク貯蔵所: 配管の破損 一般取扱所: 配管の破損、重油の流出による火災 給油取扱所: 配管の破損 移送取扱所: 配管の破損
高圧ガス施設	貯槽等の倒壊・破損 配管・弁等の変形・破損、配管の破損による火災 容器置場の倒壊・破損、計装設備の破損・不具合 防火設備、貯槽温度上昇防止設備の破損・不具合 動機器の損傷、静機器の損傷 緊急遮断装置の破損 除害装置の破損・不具合 ガス漏洩警報設備の破損・不具合

毒物・劇物 取扱施設	メッキ槽内液の漏洩
化学物質取扱施設 (書面調査および現地調査結果)	貯蔵施設(タンク):ブレースの座屈、破断、火災の発生 停電によるタンク内圧の上昇 停電による化学物質の温度上昇、 保管施設(ボンベ等):保管物の落下による漏洩 製造施設(化学製品等):煙突の倒壊 その他施設(化学製品以外の製品製造施設、機械加工施設):装置・機器の転倒 配管:配管および配管継手部の破損、変形、液状化による浮上、

## 2) 津波による被害

化学物質等(危険物、高圧ガスを含む)の流出被害やそのリスクの高い被害として、危険物施設では屋外タンク貯蔵所のタンクの移動、底板や配管の破損等による危険物の流出、屋内貯蔵所における容器の流出、その他配管・ポンプ類の破損による流出が報告されている。

高圧ガス施設では、津波による高圧ガス容器、ガスローリーの流出、LPガス出荷施設の火災被害等が発生しており、毒物・劇物施設では、タンクの破損・流失、配管の破損による流出、保管施設・保管容器の流出などが報告されている。

被災事業所の書面調査および現地調査結果では、津波によるタンク本体の浮上、保管施設(ボンベ等)の施設および保管物の流出、配管の変形・配管サポートの破損、漂流物の衝突による機器の破損、その他施設(港湾施設)のローディングアームの変形、といった被害がみられた。

表2-4-2 津波による主な被害

対象施設	被害内容
危険物施設	屋外タンク貯蔵所:タンク本体の移動、配管等の破損 屋内貯蔵所:容器が建物と共に流出 一般取扱所:配管やポンプ設備等の破損 屋内タンク貯蔵所:タンク横転、配管破損 地下タンク貯蔵所:ポンプ設備等が破損 移送取扱所:配管接合部からの少量流出 屋外貯蔵所:ドラム缶等が流出 給油取扱所:配管などの破損により流出
高圧ガス施設	津波による高圧ガス容器の流出 津波による貯槽設備等の流出 津波による高圧ガスローリーの流出 LPガス出荷施設の火災
毒物・劇物 取扱施設	タンク本体の破損、タンクの流失 配管の破損による流出 津波による、毒物・劇物保管容器の流出
化学物質取扱施設 (書面調査および現地調査結果)	貯蔵施設(タンク):タンクの浮上 保管施設(ボンベ等):施設、容器が流出 製造施設(化学製品等):漂流物による設備被害 その他施設(港湾施設):ローディングアームの破損 配管の変形、配管サポート破損

## ② 地震、津波の規模と被害の発生状況の関係

これまでの調査結果より、地震および津波の規模と被害の発生状況には、以下のような関係がみられる。

### 1) 地震

危険物施設については、概ね震度5強以上において各種設備への被害が発生している。高圧ガス施設においては、耐震基準を適合した施設については設計地震動を超える地震動を受けた場合においても、大部分で耐震性能（気密性）を保持していたが、耐震基準の適用外の設備においては、レベル1以下の地震動においても設備に被害が生じている。

また、被災事業所の書面調査および現地調査結果では、震度5強以下では、建物の被害や、貯蔵施設（タンク）におけるブレースの破断、ポンベ等保管施設における保管物の落下、その他施設（化学製品以外の製造施設）における装置・機器の移動転倒などが発生している。また、震度6以上においては、震度6強において製造施設（化学製品）の煙突が倒壊するなどの被害が発生している。

### 2) 津波

施設の浸水深と被害状況に関係がみられ、計装設備や緊急遮断装置など電気系統を持つ設備の不具合は浸水深1m未満から、容器等の流出は概ね浸水深1mから発生している。また、危険物タンクの配管破損等被害は概ね浸水深3mから、タンク本体の滑動が概ね浸水深5mから発生しており、高圧ガスタンクでは、概ね浸水深3m程度からタンクの倒壊・転倒、付帯設備の流出が発生している。また、被災事業所の書面調査および現地調査結果では、浸水深3.5mでタンク本体の浮上、保管施設（ポンベ等）の流失、漂流物による機器の破損被害が発生している。また、浸水深は不明であるが津波高6.5m以上で港湾施設におけるローディングアームの変形、配管類の破損、変形が発生している。

## ③ 大阪府域における、大規模災害の想定

大阪府域において発生しうる大規模災害については、平成24年8月9日に内閣府より公表された、南海トラフの巨大地震モデル検討会による被害想定では、大阪府の地震の震度の想定は最大で6弱～6強、津波高の想定は最高で4～5m、津波到達時間の想定は最短ケースで59分（津波高+1m、泉南郡岬町）となっている。また、津波の浸水深は、地域によっては浸水深が5m以上となる場所がわずかに存在すると試算されている。



#### ④ 課題抽出の考え方

課題の抽出に当たっては、大阪府内において発生が予想される大規模災害である南海トラフ巨大地震発生時に起こりうる被害について、課題を抽出する必要がある。大阪府における地震の想定が震度6弱～6強であるが、震度6弱以上における被害の発生頻度の平均値は震度5強の場合と比べて1.3倍（0.2%→2.6%）という調査結果が得られていること、被災事業所の調査結果の中で見られた主要な被害は、製造施設（化学製品等）における煙突の倒壊を除き、震度6弱以下で発生していることから考えて、これまでの調査で明らかとなった主要な被害は南海トラフ巨大地震時に十分起こりうるものと考えられる。よって、これらの中より課題を抽出した。また、津波についても大阪府府内において浸水深が5mを超えるような場所がわずかながら想定されていることから、これまでの調査結果で明らかとなった主要な被害や、効果のあった対策より課題を抽出した。

#### ⑤ 大規模災害時の化学物質の流出等の未然防止に係る課題

地震・津波等の大規模災害時における化学物質の流出等緊急事態の未然防止に係る課題を抽出し、以下に整理した。

##### 1) 地震被害に関する課題

###### ○建屋

工業施設の被害状況調査、書面調査等より、建屋においては建屋の傾斜、壁の倒壊・崩落、ブレースの破断などの被害が発生していることより、「耐震性能の確保」を課題とする。

###### ○電源設備（共通）

被害事例では、地震に伴い発生した停電により、貯蔵施設（タンク）のタンク内圧が上昇するなどの事態が発生しており、またプラント等における計装機能の喪失、緊急の弁閉止や解放などの安全措置が出来ない等の事態が想定されることから「停電への備え」を課題とする。

###### ○貯蔵施設（タンク）における地震対策

これまでの調査より、地震動によるタンク本体の倒壊・破損、浮き屋根・付属配管の破損等の被害が発生していることから、「施設の耐震性能の確保」「ゆれによる配管破損」、「配管破損時の流出」、「浮き屋根式タンクのスロッシング被害」を課題とする。

また、地震に伴って発生する地面の陥没、液状化による被害が発生していることより「地面陥没、液状化」を、停電によりタンク内圧が上昇する事例があることより、「停電時への備え」を課題とする。

### ○保管施設（ボンベ・容器等）

地震による施設（容器置場）の傾斜等被害が発生していることより、「施設の耐震性能の確保」、「地面陥没、液状化」を、架台からの保管容器の落下などが発生していることから、「保管容器の転倒・落下」を課題とする。

### ○メッキ施設

地震の揺れによるメッキ槽内液の漏洩が発生していることから、「施設外への流出」、「漏洩時の地下浸透」を課題とする。また、漏洩した化学物質が、本来の排水系統とは異なる系統に流れ込み、有毒ガスが発生する事態が懸念されることより、「漏洩時の排水の混合による有毒ガス発生」を課題とする。

### ○製造施設（化学製品等）

化学プラント等の製造施設では、タンク等の貯蔵施設と同様に「施設の耐震性能の確保」、地震発生後の「プラントの安全な停止」、「用役喪失への備え」を課題とする。

### ○その他施設（電気・電子部品製造）

化学製品以外の製造施設においては、地震のゆれによる機器・装置類の転倒やそれに伴う破損などの被害が起きていることより、「機器・設備のゆれ、転倒」を課題とする。

### ○その他施設（製剤・包装）における地震対策

化学製品以外の製造施設においては、地震のゆれによる機器・装置類の転倒やそれに伴う破損などの被害が起きていることより、「機器・設備のゆれ、転倒」を課題とする。

### ○その他施設（紙加工品製造）における地震対策

化学製品以外の製造施設においては、地震のゆれによる機器・装置類の転倒やそれに伴う破損などの被害が起きていることより、「機器・設備のゆれ、転倒」を課題とする。

### ○機械加工施設

被害事例より、地震による工作機械等の「機器・設備のゆれ、転倒」を課題とする。

### ○脱脂・洗浄施設

震災時に被害のあったメッキ施設と同様に、地震による洗浄液の漏洩・流出のリスクがあることから、「施設外への流出」、「漏洩時の地下浸透」、「漏洩時の排水の混合による有毒ガス発生」を課題とする。

### ○塗装・印刷、接着施設

被害事例のあったメッキ施設と同様に、地震による塗料等の漏洩・流出のリスクがあることから、「施設外への流出」、「漏洩時の地下浸透」、「漏洩時の排水の混合による有毒ガス発生」を課題とする。

### ○染色・漂白施設

被害事例のあったメッキ施設と同様に、地震による染料等の漏洩・流出のリスクがあることから、「施設外への流出」、「漏洩時の地下浸透」、「漏洩時の排水の混合による有毒ガス発生」を課題とする。

### ○配管類

配管等においては、地震や、地震に伴う陥没・液状化による破損、変形、継ぎ手部の破損が主な被害として発生していることから、「施設の耐震性能の確保」、「地面陥没、液状化」、「配管のゆれによる破損」、「配管破損時の漏洩・流出」を課題とする。

### ○排水処理設備

国の調査や、本事業の書面調査では未処理の工場排水の事業所外への流出の報告はなかったが、被災事業所の現地調査結果より、事業所内で化学物質の漏洩が発生した場合、排水処理設備へ流れ込むように設計されている場合が多いと考えられることより、排水処理設備への対策が重要であると考えられ、「排水量増加による流出」、「異常排水の流出」を課題とする。

### ○防災資機材

国の報告書における提言、本事業の調査事例より、地震・津波等発生後に使用する保安設備や防災資機材についても、停電等インフラ喪失により使用出来ないケースがあることから、「停電への備え」、「情報伝達・収集手段の確保」を課題とする。

## 2) 津波被害に関する課題

### ○貯蔵施設（タンク）

津波については、津波によるタンク本体の滑動、タンク本体、付属配管等の破損等が発生しているが、タンク本体の滑動については、タンクの容量、浸水深、貯蔵率等に左右され、またタンク本体の滑動に対する効果的な対策は現状では難しいと考えられることから、「津波による配管破損時の流出」を課題とする。

### ○保管施設（ボンベ・容器等の貯蔵所、タンクローリー等）

津波により、保管容器やタンクローリーの流出が起こっていることから、「保管容器の流出」、「タンクローリーの流出」を課題とする。

### ○その他施設（港湾施設）

本調査の現地調査において、港湾施設において化学物質の入出荷に利用するローディングアームの変形被害が見られており、ローディングアームについては荷役中に津波被害を受け、破損等により化学物質の大量漏洩に繋がることが考えられるため、「荷役中の被災によるローディングアーム破損」を課題とする。

### ○防災資機材における津波対策

地震・津波等発生時に使用する防災資機材についても、津波による水没等により使用不能になるケースがあることから、これら資機材の「津波による水没・流出」を課題とする。

## ⑥ 大規模災害時の化学物質管理に関するソフト対策及び二次災害防止に係る課題

地震・津波等の大規模災害発生時の対応や二次災害防止に関する課題を抽出し、以下に整理した。

### ○緊急事態の影響の想定

本事業の調査結果においては化学物質の大量漏洩による周辺地域への影響等の事例はみられなかったが、大規模災害時における対応を事前に検討するためにも、緊急事態発生を想定し「流出発生時の周辺環境影響の把握」を行っておくことが重要と考えられる。

### ○地震発生に備えた教育・訓練

東日本大震災では、停電による用役の喪失、資機材の機能喪失などが発生しており、従来の災害時対応マニュアル、訓練ではカバーされていなかった事象も発生していることから、「訓練の有効性の向上」を課題とする。

### ○緊急事態対応マニュアルへの大規模地震の規定について

本事業の書面調査結果より、ほとんどの事業所が東日本大震災以降、被災時の震度と同等以上の震度を想定してマニュアルの改訂等を行うとしていることから、大阪府内の事業所においても、南海トラフ巨大地震を想定した「大規模地震発生時の対応」を緊急事態対応マニュアルへ規定しておく必要があると考えられる。

### ○地震発生時の指揮命令系統および連絡体制

多くの事業所で地震とともに停電が発生しており、連絡や情報の共有に必要な通信設備等が使用不能になる可能性があることから、「インフラ（電源、通信、交通等）喪失時の連絡手段、情報共有手段の確保」を課題とする。

### ○地震発生時の点検・応急措置の体制

東京都へのヒアリング調査より、緊急時の単独の担当者による施設の点検や応急措置には、現場での二次災害等発生への懸念があることが明らかとなったことより、「二次災害の発生防止」を課題とする。

### ○地震発生時の応急措置の実施手順および実施内容

地震発生後の二次災害の防止のため「速やかな施設の点検、安全措置」を課題とする。また、用役等が喪失するような事態もあることから、そのような事態を想定した「用役等喪失時の対応」を検討しておく必要があると考えられる。

### ○地震発生時の避難誘導體制

地震によって施設の崩壊、火災、化学物質の漏洩、地面の陥没等が発生しており、避難経路が分断される恐れがあることから、地震発生時の「避難経路の確保」を課題とする。

### ○飛散・流出防止機材等

化学物質の漏洩等により、資機材に近づけない等の事態が発生する可能性があることから、資機材の被害防止対策を検討する必要がある。

### ○地震発生時の周辺環境影響の把握

本事業の書面等調査結果では、化学物質の大量流出等の事例はなかったが、実際に化学物質の流出が発生した場合は、事業所周辺への影響が懸念されるため、流出時の「流出発生時の周辺環境影響の把握」に努める必要があると考えられる。

### ○津波に備えた教育・訓練

多くの事業所でこれまでに取組みられてきた防災訓練は主に地震や火災、それらに伴う流出事故を想定したものとなっており、津波に関してはあまり取組みが進んでいないことが明らかになった。そのため、「津波発生を想定した訓練の実施」を課題とする。

### ○津波に関する緊急事態対応マニュアルの規定

本事業の書面調査結果では、緊急時のマニュアルは、地震発生時の措置、避難等の対応、化学物質の漏洩による火災や爆発発生時の対応等について定められているものが多く、津波発生時の対応について定められているものはあまりみられなかった。そのため、「津波発生時の対応の規定」を課題とする。

### ○津波発生時の指揮命令系統および連絡体制

多くの事業所で地震とともに停電が発生しており、地震と同様に津波発生時についても連絡や情報の共有に必要な通信設備等が使用不能になる可能性があることから、「インフラ（電源、通信、交通等）喪失時の連絡手段、情報共有手段の確保」を課題とする。

### ○津波発生時の応急措置の実施手順および実施内容

津波については、地震発生後の津波到達までの時間的猶予が限られていることから、「津波を考慮した速やかな施設の点検、安全措置、および避難」を課題とする。

### ○津波発生時の避難誘導體制

書面調査の結果より、大震災以降、津波を想定した避難マニュアルを新たに作成した事業所もあるように、「津波を考慮した避難経路の確保」について検討しておく必要がある。

### ○飛散・流出防止機材等

国の報告書、本事業の書面調査結果より、資機材についても津波による水没等により使用不能になるケースがあることから、「資機材の水没・流出対策」を課題とする。

### ○被害の拡大防止

東日本大震災時には化学物質保管容器の津波による流出が発生しているが、長期間放置されることにより、腐食等による破裂のリスクが高まる。そのため、「流出した保管容器の早期回収」について検討しておく必要がある。

### 3 化学物質使用施設における防災対策事例の収集

2 被災地域での被害実態調査において抽出された課題に応じた対策について、府内事業所へのヒアリング調査、市販の製品、サービスの調査を実施した。

#### (1) 対策事例の収集

2 被災地域での被害実態調査を踏まえて、府内事業所に対し化学物質の取扱い状況、化学物質流出防止対策の現状、東日本大震災を踏まえた見直し状況等についてヒアリングを実施した。調査により得られた知見は以下のとおりである。

#### ① 化学物質の流出等の未然防止に関する対策の状況

##### ○停電への備え

- ・電源の分散（コージェネレーション＋関電売電＋非常用電源）
- ・非常用電源の多重化（固定式その他、可搬型の電源を整備）
- ・計装関係の停電対策（緊急遮断弁をエアー作動とする、地震計にバッテリーを搭載）
- ・計装用のエアーボンベの確保（緊急遮断弁の駆動などに利用）
- ・夜間照明の整備（ヘッドランプ配備、避難用照明、保安処置用照明）
- ・変電設備の嵩上げ（津波による水没対策）

##### ○タンク、配管の漏洩防止対策

- ・タンク・配管等への緊急遮断弁の設置（地震計と連動して自動的に弁が閉止）
- ・配管の破損防止対策（配管ラック、架橋の耐震化）
- ・タンク底部の定期的な更新
- ・近年設置した防液堤については、タンクの容量分防液堤で流出を防ぐことができる構造になっている。

##### ○タンク、配管からの漏洩発生時の流出防止対策

- ・緊急用の脱圧設備（真空ライン）の設置（ガス配管破損等緊急時は真空ラインより除外設備に移送される。）
- ・予備タンク、緊急用のピットの設置（漏洩があった場合、予備タンクに回収またはピット等に一時貯留）

##### ○製造施設の防災対策

- ・プラントの自動停止システム（地震計と連動し、プラントを自動停止）
- ・非常用電源の設置

##### ○脱脂・洗浄施設（装置洗浄）の防災対策

- ・装置のアンカー固定
- ・流出防止資材の配置（土嚢の準備）

### ○殺菌・消毒施設の防災対策

- ・装置のアンカー固定
- ・ポンペ類の固定（配管と接続されているガスポンペ類は鎖・ベルトで固定）
- ・配管への逆止弁の設置（配管からの流出防止）

### ○排水設備の防災対策（脱脂洗浄施設、メッキ施設、染色・漂白施設）

- ・漏洩した化学物質の流出防止（漏洩した化学物質は排水ラインから排水処理設備に合流する他、事業所によっては雨水ラインも排水処理設備へ合流）
- ・一時貯留設備（排水量の増加に備えた予備ピット、緊急貯留タンク等）
- ・異常排水の流出防止（排水の水質連続監視、水門の遠隔閉止、異常排水の緊急移送、停電時に安全側へ働く設備構造の採用）

### ○防災資機材の防災対策

- ・非常用連絡手段の整備（衛星電話、無線機）

## ② 化学物質管理に関するソフト対策、二次災害防止対策の実施状況

### ○東日本大震災を踏まえた化学物質管理に関するソフト対策、二次災害防止対策の見直し

- ・発生する災害の想定の見直し（南海トラフ巨大地震を想定）
- ・被害想定の見直し（電気・蒸気・ガスのいずれもが喪失された状態の想定）
- ・災害発生時の対応の目標設定（人命第一と保安の確保を基本とし、地震発生後津波到達までの間に設備を安全に停止し、高所に避難する）
- ・津波ハザードマップの作成
- ・大規模災害に応じた危機対応マニュアルの作成
- ・緊急事態対応マニュアルの改訂（人命保護の優先、緊急停止措置、その他不測の事態への対応を規定）
- ・津波発生時の対応の規定（津波避難細則を新たに制定、津波到達予測時間内に、停止措置、避難が完了できるよう規則を制定）
- ・津波を考慮した避難経路の確保（想定される地震・津波に耐える施設を津波発生時の避難場所として抽出）
- ・化学物質の保管場所マップの作成
- ・BCPの検討

### ○災害時の化学物質のリスク評価や津波被害シミュレーションの実施状況

- ・事業規模の大きな事業所では実施の事例もあるが、規模の小さな事業所ではあまり実施されていない。

実施事例：津波により浸水するという仮定で事業所内のタンクの滑動・浮上シミュレー



ションを実施した。その結果、容量 **500kL** 以下のタンクに被害を受けるという結果を得た。

○災害時の化学物質漏洩等に関する、周辺住民や自治会へのリスコミの内容

- ・周辺住民への説明会の実施（工場の災害対策状況、大地震時の協力体制について説明会を実施）
- ・防災資機材の提供（事業所に緊急用の備品庫（食糧、生活用品、防災資機材）を設置し、地震の際などに近隣の自治会に提供）

## (2) 市場に提供されている防災対策事例

2 被災地域での被害実態調査で整理した課題に対応した課題のうち、対策が商品・サービス等として市場に提供されているものについて、その事例の一部を参考として以下に示す。

### ○「建屋の耐震性能の確保」対策事例

耐震診断（国、自治体で耐震診断費用の補助制度あり）

耐震補強【耐力壁の増設、ブレースや外付けフレームの新設、柱・梁の補強】

制震補強【粘性ダンパー、粘弾性ダンパー、履歴ダンパーなど】

免震補強【基礎免震、中間階免震】

制震・免震・構造解析

### ○「配管の破損防止」「配管サポートの地面陥没、液状化対策」対策事例

配管用支持防振器

ポリエチレン管、可とう管、伸縮管、スネーク管

配管補修材

### ○「停電への備え」対策事例

小型発電機、蓄電池、非常用電源装置（ガス発電+蓄電池等）

### ○「設備の転倒」「保管容器の落下防止」対策事例

装置固定金具、ストッパー、耐震粘着マット、ベルト式固定器具

免震ラック、床免震装置

### ○「プラントの安全な停止」対策事例

震計およびデータ伝送システム、自動遮断弁、津波検知 **GPS** ブイ、監視カメラ

### ○「通信手段の確保」「情報の共有」対策事例

地域情報伝達無線システム、**GPS** 位置表示システム、**PHS** 通信

無線通信（**MCA** 無線、特定小電力無線、登録局無線）

防災用高性能スピーカー、防災ラジオ

### ○その他、防災対策事例

燃料屋外貯蔵タンク、耐震性貯水槽、防火水槽、防災倉庫

緊急地震速報受信機

防毒防煙マスク、非常用備蓄セット

土のう、止水装置、オイルフェンス

ガラス飛散防止対策フィルム、自動ブレーカー遮断装置

#### 4 災害発生時におけるリスク評価手法の検討

災害発生時における化学物質の流出による被害を想定し、事業者、周辺住民への健康被害及び環境汚染のリスクを可能な限り低減させるためには、被害を想定した予測システムを構築し、その想定されるリスクを評価しておく必要がある。

そこで本章では、リスク評価及び環境中濃度等の予測が可能なツールについて、情報収集及び整理を行い、**PRTR** 法・条例対象事業者が自らリスク評価を行うことを鑑みて、リスク評価手法の検討及びリスク評価に必要なツールの選定を行った。

##### (1) リスク評価手法等の情報収集

大規模災害発生時に化学物質の漏洩が生じた場合に、化学物質取扱い施設周辺での化学物質の濃度分布や周辺住民の健康リスク等を評価する手法について、下記の表 4-1-1 で示す項目についてそれぞれ評価できる既往の手法・ツールについて情報収集し、整理した。

表 4-1-1 リスク評価手法等の情報収集内容

評価する項目	環境中濃度（大気・河川・土壌）
	曝露量
	人健康リスク判定
情報収集の対象とするリスク評価ツール	<b>ADMER、AIST-RAM、AIST-SHANEL、ChemCAN、E-FAST、ECETOC-TRA、EUSES、G-CIEMS、IMES、METI-LIS、MuSEM、GERAS、CAMEO/ALOHA、Risk Manager</b>
収集・整理を行う情報	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リスク評価：評価媒体、開発元、機能、評価可能物質の種類、入手方法、使用方法、操作性、更新状況</li> <li>・化学物質の毒性情報※：入手方法</li> </ul>

※ 米国環境保護庁（EPA）等が化学物質の急性ばく露量による人健康影響の評価のため整備した **AEGL** 基準値についても対象とする。

なお、情報収集・整理にあたっては経済産業省が発行している「化学物質のリスク評価のためのガイドブック」及び横浜国立大学安心・安全の科学研究教育センター**HP**の「情報プラットフォーム」を参考とした。

リスク評価ツールに関する情報収集の結果を表 4-1-2 に、各ツールの比較を表 4-1-3 に示す。また、評価ツールからアウトプットを図示できるものについては参考としてツールの概要図、出力結果図を示す。

表 4-1-2 既往の化学物質のリスク評価ツール

	名称	機関名	概要	長所・有効性	短所・活用限界	入手方法	更新状況
1	ADMER	産業技術総合研究所 (AIST)	東京都や大阪府といった比較的広範囲での長期的な濃度分布の推定を行うことを目的としており、5×5kmの空間分解能と6つの時間帯で1ヶ月平均の曝露評価を行う。 PRTR 情報などの活用により VOC などの大気経由の化学物質のリスク評価を行うことが可能。 以下の機能を有する。 ・気象データの作成・確認 ・化学物質排出量データの作成・確認 ・化学物質大気中濃度及び沈着量の計算 ・曝露人口の推計 ・計算結果図化 ・計算結果ヒストグラム表示	5km×5km から更に細かいグリッドで解析可能 (サブグリッド機能、最高で 100m×100m の解像度で解析可)。対象物質は気体状のもの。 拡散時間は 4 時間、発生源から 100km 程度。 気象データ (AMeDAS) がある期間が解析できる期間。	広域での濃度評価を目的としているため、高さ方向を考慮していない。 定常的な排出条件が前提。	web 上で配布 (無料) <a href="http://www.aist-riss.jp/software/admer/ja/index_ja.html">http://www.aist-riss.jp/software/admer/ja/index_ja.html</a>	ADMER 2.5.0 2008/8/5 データアップデート 2012/7/20
2	AIST-RAM	産業技術総合研究所 (AIST)	海域における有害化学物質の環境濃度および生態系へのリスク評価を行うために、3次元流動モデル、生態系モデルと化学物質運命予測モデルとを結合したモデルである。モデルは沿岸域における年間を通じた物理場や生物場の計算結果から、季節毎の平均場としてデータベース化し、簡単な操作により海水中の化学物質濃度の解析や生物へのリスク評価を行うことができる。 化学物質の負荷源として、河川、海域、大気からの流入負荷量を入力することが可能。 平成 24 年度時点で使用できるのは、東京湾 (AIST-RAMTB Ver.1.3)、伊勢湾 (AIST-RAMIBVer.1.3)、瀬戸内海 (AIST-RAMSIS Ver.1.0) である。	解析結果は水平・鉛直分布図と任意地点の時系列グラフで表示することができる。 また、計算結果を数値データ (csv 形式)、画像データ (wmf 形式、bmp 形式、jpeg 形式) として保存できる。 GUI 化されているため、windows 上で運用できる。	現時点では解析できるエリアが限られている (東京湾、伊勢湾、瀬戸内海)。	web から申込用紙を入手し、郵送による CD-ROM の配布を申し込む (ソフトは無料、別途送料が必要) <a href="http://www.aist-riss.jp/projects/RAM/index.html">http://www.aist-riss.jp/projects/RAM/index.html</a>	東京湾・伊勢湾 2007/5/7 瀬戸内海 2006/12/1
3	AIST-SHANEL	産業技術総合研究所 (AIST)	産総研一水系曝露解析モデル。 水系で使用される PRTR 対象物質について、利根川や淀川など広域水系における空間的な曝露評価が可能。河川流域の化学物質の曝露評価と対策評価のためのモデルであり、以下の機能を有する。 ・河川流量の推定 ・化学物質の河川水中濃度及び河川底泥濃度の推定 ・化学物質の排出量推計 空間解像度は 1km×1km、時間解像度は月単位で解析できる。	全国 109 の一級水系を対象としている。また、水系の標高、人工、土地利用等の流域情報はモデルに内蔵されている。 任意時刻における面的分布図、縦断分布図、任意地点の経月変化が出力可能。	面的分布図の作成には無料の GIS ソフト「MANDARA」が必要。 定常的な排出条件での解析。	web から申込用紙を入手し、郵送による CD-ROM の配布を申し込む (ソフトは無料、別途送料が必要) <a href="http://www.aist-riss.jp/projects/AIST-SHANEL/">http://www.aist-riss.jp/projects/AIST-SHANEL/</a>	AIST-SHANEL 2.5 公開 2012/4/2
4	ChemCAN	CEPA (カナダ)	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、表層水、魚類、底質、土壌、植物、沿岸域中の化学物質濃度を推定。	簡単な図化、数値の表示は可能。 マルチメディアモデル (他媒体モデル)	ツールは英語 日本語での使用例の説明あり	web 上で配布 (無料) <a href="http://www.trentu.ca/academic/aminss/envmodel/models/CC600.html">http://www.trentu.ca/academic/aminss/envmodel/models/CC600.html</a>	Version 6.00 2003/9
5	E-FAST	OPPT (米国)	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。	環境中濃度の空間分布を推定できる。	ツールは英語 計算パラメータ値の入力、出力結果の編集・図化等はユーザーが行う必要がある。	web 上で配布 (無料) <a href="http://www.epa.gov/oppt/exposure/pubs/efast.htm">http://www.epa.gov/oppt/exposure/pubs/efast.htm</a>	E-FAST V2.0 2007/3 last updated 2010/5/12
6	ECETOC-TRA	欧州化学物質生態毒性・毒性センター (ECETOC)	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されている。 EASE をベースに開発したもので、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することができる。 REACH の発足に伴い作られたヒト健康リスク、環境リスクの評価のための REACH 志向のツールである。 化学物質のスクリーニング、用途を特定からリスク評価のターゲットを決定する。	Excel ファイルで計算を行うツール。 現在は ECHA が公表しているツール CHESAR に実装されている。	ツールは英語 日本語のマニュアルあり (日本化学工業協会作成)	web 上で配布 (無料) <a href="http://www.ecetoc.org/tra">http://www.ecetoc.org/tra</a>	version 3 2012/7/5 CHESAR 2.1 2012/10/24
7	EUSES	RIVM (オランダ)	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、生体毒性危険評価が可能。 包括的評価というよりも主に初期および純粋リスク評価を対象としている。	マルチメディアモデル (他媒体モデル)	ツールは英語	web 上で配布 (無料) <a href="http://ihcp.jrc.ec.europa.eu/our_activities/public-health/risk_assessment_of_Biocides/euses">http://ihcp.jrc.ec.europa.eu/our_activities/public-health/risk_assessment_of_Biocides/euses</a>	EUSES 2.1.2 updated 2012/1/19

8	G-CIEMS	国立環境研究所 (NIES)	GIS (地理情報システム) で用いる地理データに基づき、多媒体の媒体間の輸送と、大気、河川等での輸送との両方を同時に計算して、媒体間の輸送や分配と地点間の輸送と同時に推定する GIS 多媒体モデル。	化学物質の多媒体間の環境中動態を推定できる。 Excel+Access で利用。 可視化ツールを用いて地図上に表示することが可能。	計算に時間がかかる。	web 上で配布 (無料) <a href="http://www.nies.go.jp/rcer_expoass/gciems/gciems.html">http://www.nies.go.jp/rcer_expoass/gciems/gciems.html</a>	Ver.0.9 2008/11/22
9	IMES	ORD (米国)	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)、表層水モデル 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 モデルを収納。	環境中化学物質挙動モデルを検索できる。	ツールは英語 検索ソフトであるため、リスク評価はできない。	web 上で配布 (無料) <a href="http://esm.versar.com/em_limes/imes.htm">http://esm.versar.com/em_limes/imes.htm</a>	1996/9
10	METI-LIS	産業技術総合研究所 (AIST)	米国環境保護庁の ISC (Industrial Source Complex) モデルの拡散パラメータを見直し、建屋の影響を考慮した大気拡散モデル。正規型ブルームモデルを用いて発生源周辺の大気中濃度の推定が可能。 低煙源工場拡散モデル: Ministry of Economy Trade and Industry-Low rise Industrial Source dispersion MODEL; METI-LIS モデル	ダウンウォッシュを考慮した拡散モデル。 気象データとして AMeDAS データを利用 (長期平均予測)。	短期予測時は単一の気象条件。	web 上で配布 (無料) <a href="http://www.jemai.or.jp/CACHE/tech_details_detailobj1816.cfm">http://www.jemai.or.jp/CACHE/tech_details_detailobj1816.cfm</a>	ver.3.02 2012/3/30
11	MuSEM	国立環境研究所 (NIES)	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。 Mackay Level III 型 (非平衡、定常、移流あり) の動体予測シミュレーションモデルでオランダの国立公衆衛生・環境保護研究所 (RIVM) が開発した USES を基に構築されている。	Excel 上で計算を行う。(係数や数値、計算式が参照可) 日本の地域情報 (各都道府県のデータ) を整備。 マルチメディアモデル。	ソフトウェアではないため、操作容易性には限度がある。	web 上で配布 (無料) <a href="http://www.nies.go.jp/rcer_expoass/museum/museum.html">http://www.nies.go.jp/rcer_expoass/museum/museum.html</a>	Ver1_4 2011/7/21
12	GERAS	産業技術総合研究所 (AIST)	地圏環境リスク評価システム (Geo-environmental Risk Assessment System) 土壌や地下水を汚染している化学物質の、人の曝露量や人に及ぼすリスクを算出できる評価システムであり、Windows2000 以降の OS 環境下で作動し、容易に使用できる。 “詳細型モデル GERAS-3” では、土壌層から地下水層に至る汚染物質の移動現象を数値モデル化するとともに、揮発・拡散、地下水への溶解、さらには土壌への吸着など、汚染物質自体の組成変化も考慮した流動解析に基づき、複合成分の汚染リスクの時間的・空間的な変化を定量化できる。	GERAS-1,2,3 を使い分けることで、幅広い用途に利用できる。(土壌・地下水汚染対策のリスク低減効果の把握など) 油分 (鉱物油)、揮発性化合物 VOC、重金属等のデータを内蔵。	予測対象となる化学物質は限られている。	シリアル番号付の CD の配布 <a href="http://unit.aist.go.jp/georesenv/result/topics/topics6.html">http://unit.aist.go.jp/georesenv/result/topics/topics6.html</a>	GERAS-3 公開 2009/9/30 廃棄物版 2010/12/3
13	CAMEO/ALOHA	米国環境保護庁 (EPA) 米国海洋大気庁 (NOAA)	化学災害の対策に用いる統合アプリケーションソフトウェアであり、化学災害特有の危機管理情報にアクセス、影響評価、評価結果を地図上に反映することができる。 化学物質データベース「CAMEO Chemicals」、影響評価ソフトウェア「ALOHA」、地理情報システム「MARPLOT」などから構成される。	災害時に対応した総合影響評価ツール。 地図上に結果を表示できる。また、任意地点の時系列変化も AEGL 等の値と合わせて表示可能。 物質数約 760 (DIPPR 等)	ツールは英語版、日本語版 (経産省) がある。(日本語のマニュアルあり) 化学物質のデータベースは英語。	web 上で配布 (無料) <a href="http://www.anshin.ynu.ac.jp/renkei/infoplat/tools_physicalrisk.html">http://www.anshin.ynu.ac.jp/renkei/infoplat/tools_physicalrisk.html</a>	日本語版公開 (経産省) 2010/5/26
14	Risk Manager	日本化学工業協会	主に化学物質取扱事業者が自主的にそのリスクを評価し、管理するための「初期リスク評価」支援ツール。定常時、作業時、事故時リスクの 3 つの評価機能を持ち、化学物質を取り扱う事業者の抱える様々なリスクの評価に適用でき、リスク管理情報を提供する。 より詳細な評価についてはサテライトコアシステムにより、気象情報解析システム、大気濃度簡易評価システム、土壌中濃度推算システム (PRZM)、表層水中濃度推算システム (EXAMS) を用いてそれぞれ評価が可能である (フル機能版)。	事故時のリスク評価が可能。 地図上に結果を表示することができる。 化学物質のデータベース内蔵。	有料で、機能に応じて価格が異なる。(フル機能で約 50 万円) 更新はあまり行われていない。	有料のツール 参考: 一般社団法人日本化学工業協会: ケミカルリスクフォーラム <a href="http://chemrisk.org/contents/code/riskmanager">http://chemrisk.org/contents/code/riskmanager</a>	システム更新 プログラム配布 2010/9/1

参考

横浜国立大学 事業者の化学物質リスク自主管理の情報基盤/大学院環境情報研究院/安心・安全の科学研究教育センター 情報プラットフォーム

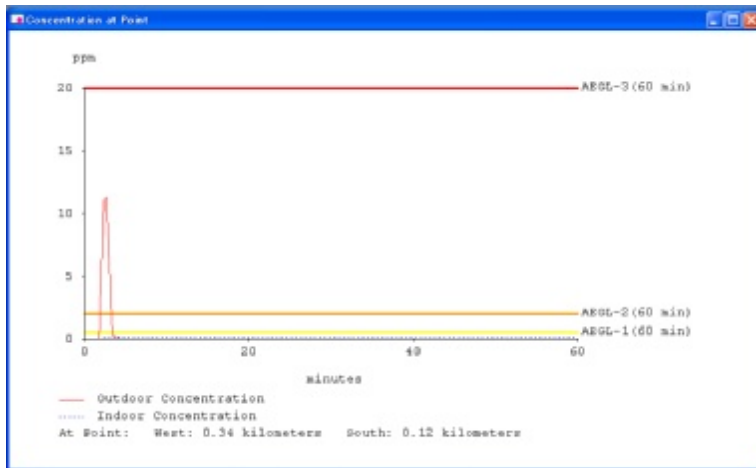
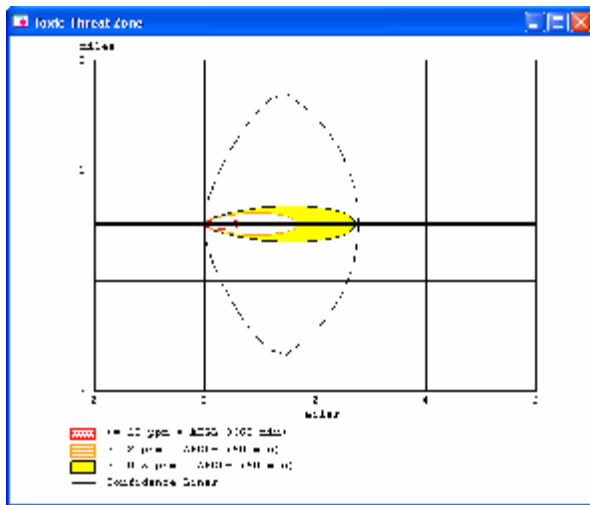
[http://www.anshin.ynu.ac.jp/renkei/infoplat/tools\\_link01.html](http://www.anshin.ynu.ac.jp/renkei/infoplat/tools_link01.html)

表4-1-3 リスク評価ツールの比較

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
名称		ADMER	AIST-RAM	AIST-SHANEL	ChemCAN	E-FAST	ECETOC-TRA	EUSES	G-CIEMS	IMES	METI-LIS	MuSEM	GERAS	CAMEO/ ALOHA	Risk Manager
機関名		産業技術総合 研究所 (AIST)	産業技術総合 研究所 (AIST)	産業技術総合 研究所 (AIST)	CEPA (カナダ)	OPPT (米国)	欧州化学物質 生態毒性・ 毒性センター (ECETOC)	RIVM (オランダ)	国立環境 研究所 (NIES)	ORD (米国)	産業技術総合 研究所 (AIST)	国立環境 研究所 (NIES)	産業技術総合 研究所 (AIST)	米国環境保護庁 (EPA) 米国海洋大気庁 (NOAA)	日本化学 工業協会
環境中 濃度	大気広域	○							○						
	大気近傍										○			○	○
	河川		沿岸域	○					○						○
	土壌												○		○
曝露量												○			○
人健康リスク			生物への リスク評価												○
入手方法		web	CD 郵送	CD 郵送	web	web	web	web	web	web	web	web	CD 郵送	web	購入
日本語		○	○	○					○		○	○	○	○ (日本語版、 マニュアル)	○
定常		○		○	○				○		○	○	○ (GERAS-1,2)		○
非定常		(月単位で6つ の時間帯を計算)	○	(月単位)									○ (GERAS-3)	○	○
物質数													油分、揮発性化 合物、重金属等	約 760 (DIPPR 等)	620 物質
図化機能		○	○	○ (Excel、フリー ソフトが必要)	○				○		○		○ (GERAS-3)	○ (地図上での 表示には地図 データが必要)	○
更新状況		○	○	○		○	○	○	○		○	○	○	○	△
更新日		ADMER 2.5.0 2008/8/5 データアップ デート 2012/7/20	東京湾・伊勢湾 2007/5/7 瀬戸内海 2006/12/1	AIST-SHANEL 2.5 公開 2012/4/2	Version 6.00 2003/9	E-FAST V2.0 2007/3 last updated 2010/5/12	version 3 2012/7/5 CHESAR 2.1 2012/10/24	EUSES 2.1.2 updated 2012/1/19	Ver.0.9 2008/11/22	1996/9	ver.3.02 2012/3/30	Ver1_4 2011/7/21	GERAS-3 公開 2009/9/30 廃棄物 ver 2010/12/3	日本語版公開 (経産省) 2010/5/26	システム更新 プログラム 配布 2010/9/1

(参考) リスク評価ツールの出力図表示例

## 1. CAMEO/ALOHA

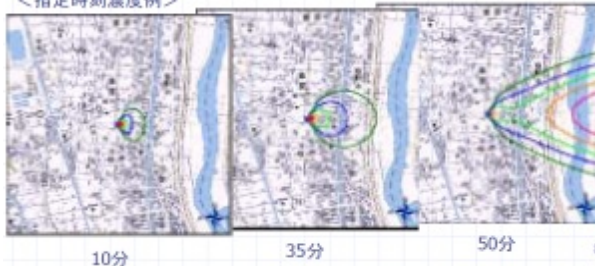


(参考：横浜国立大学 事業者の化学物質リスク自主管理の情報基盤／大学院環境情報研究院／安心・安全の科学研究教育センター フィジカルリスク評価ツール (CAMEO 等))

## 2. Risk Manager

- ◆ 指定時刻濃度／最大濃度での2次元表示
- ◆ 濃度 vs 風下方向距離、時間での時系列変化
- ◆ AEGLsによる影響評価も可能

<指定時刻濃度例>



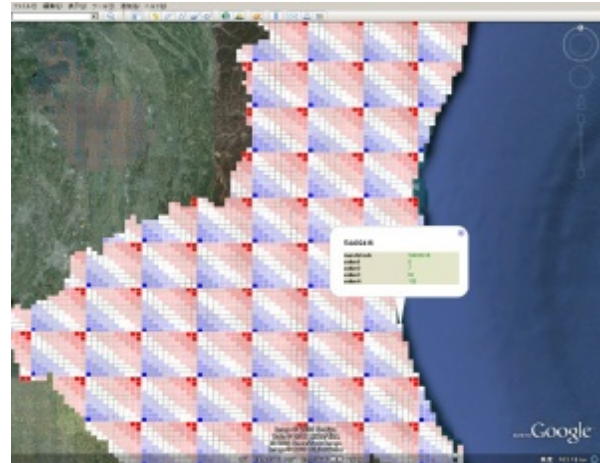
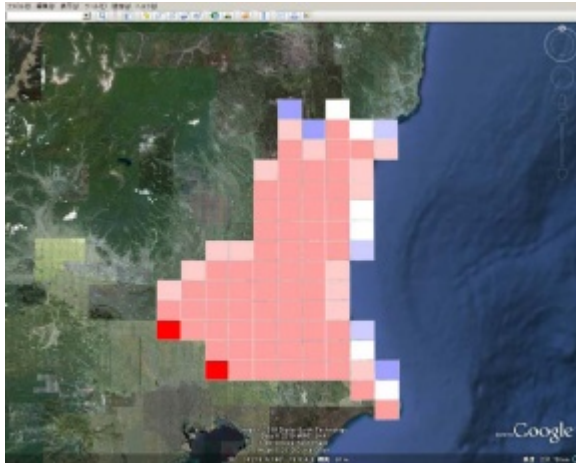
### ◆ AEGLsによる影響評価

- AEGL-1: 不快、刺激などが予測される気中濃度
- AEGL-2: 重篤な健康障害などが予測される気中濃度
- AEGL-3: 生命の危機、死亡が予測される気中濃度

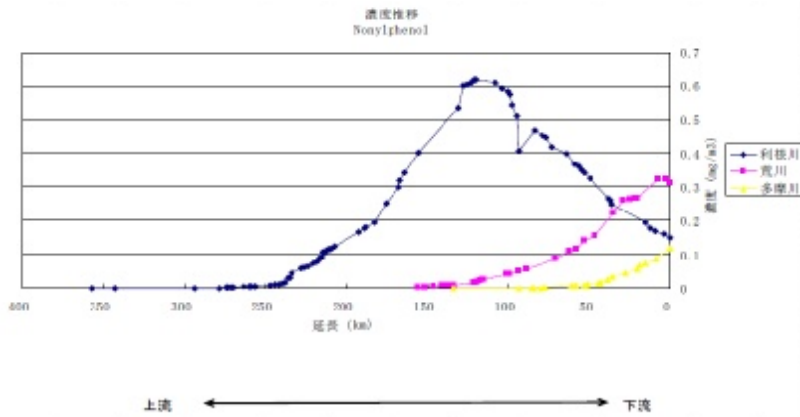


(参考：(株)日本化学工業協会 化学物質のリスク評価システム Risk Manager -システムの詳細-)

### 3. G-CIEMS

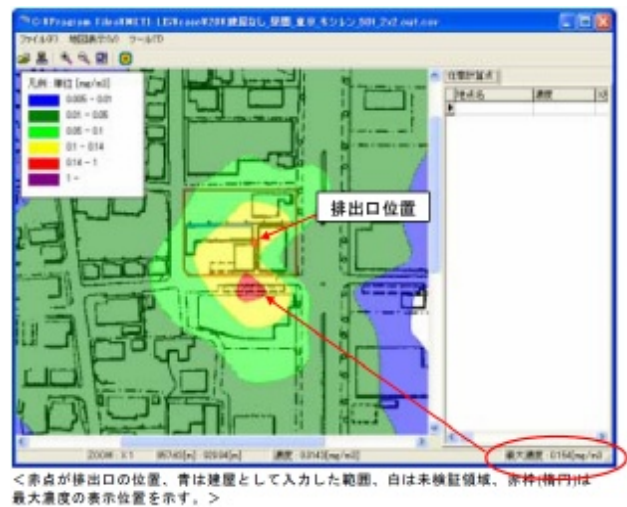
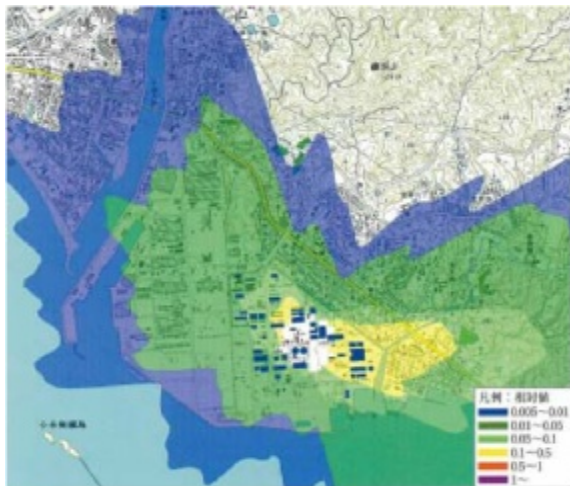


(Google Earth 上で表示(上図))



(参考：独立行政法人 国立環境研究所 G-CIEMS モデル ユーザーインターフェース操作マニュアル、GIS 表示ファイル作成ツールマニュアル)

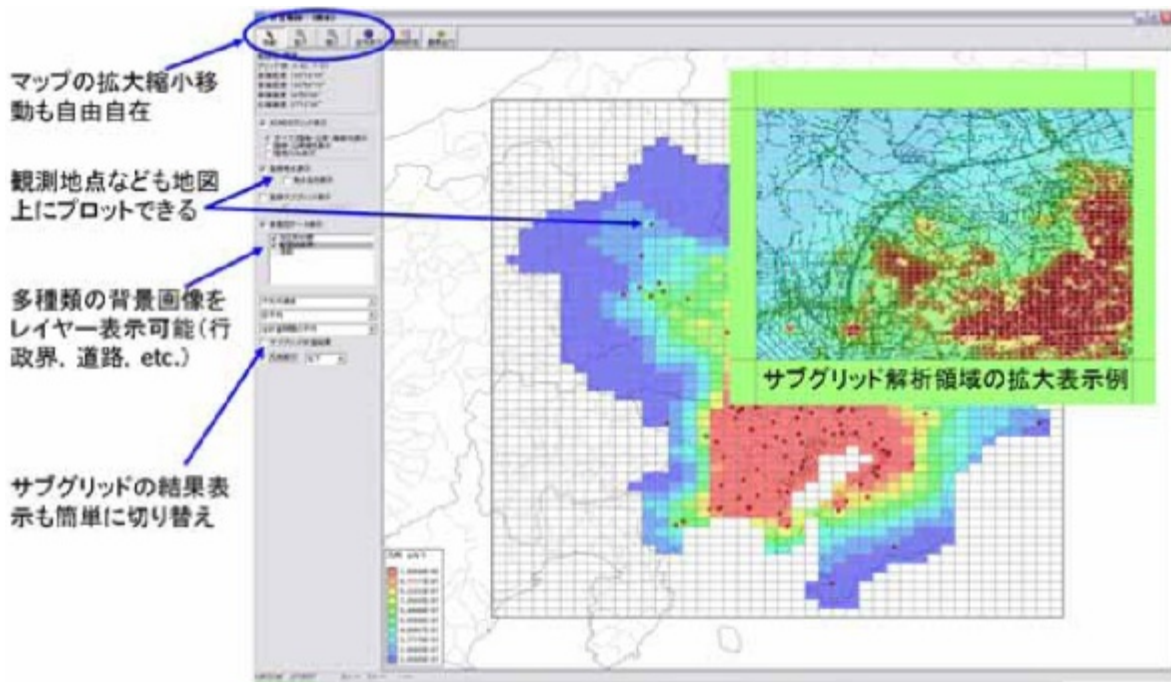
### 4. METI-LIS



(参考：中西他, 詳細リスク評価書シリーズ 2 1,4- ジオキサン, 2005, 丸善、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)



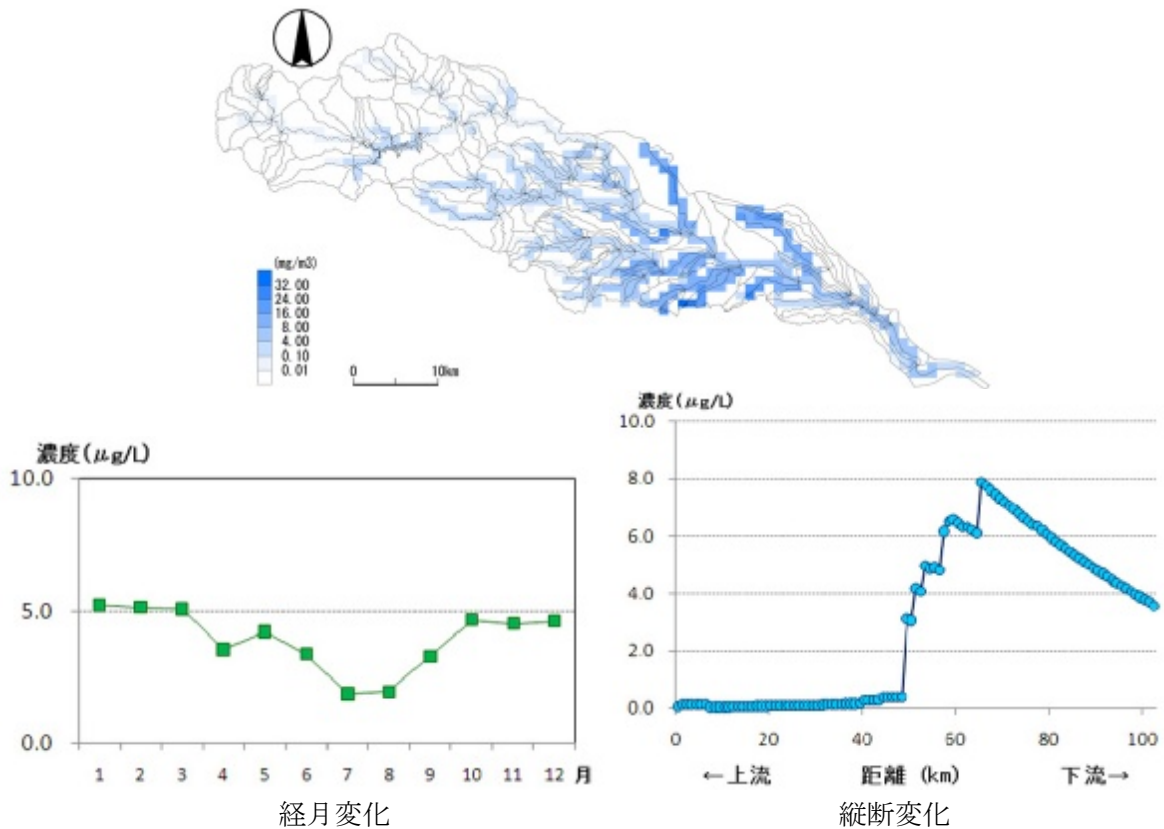
## 5. ADMER



(参考：産総研 HP—機能強化した「曝露・リスク評価大気拡散モデル(ADMER：アドマー Ver.2.0)」を開発)

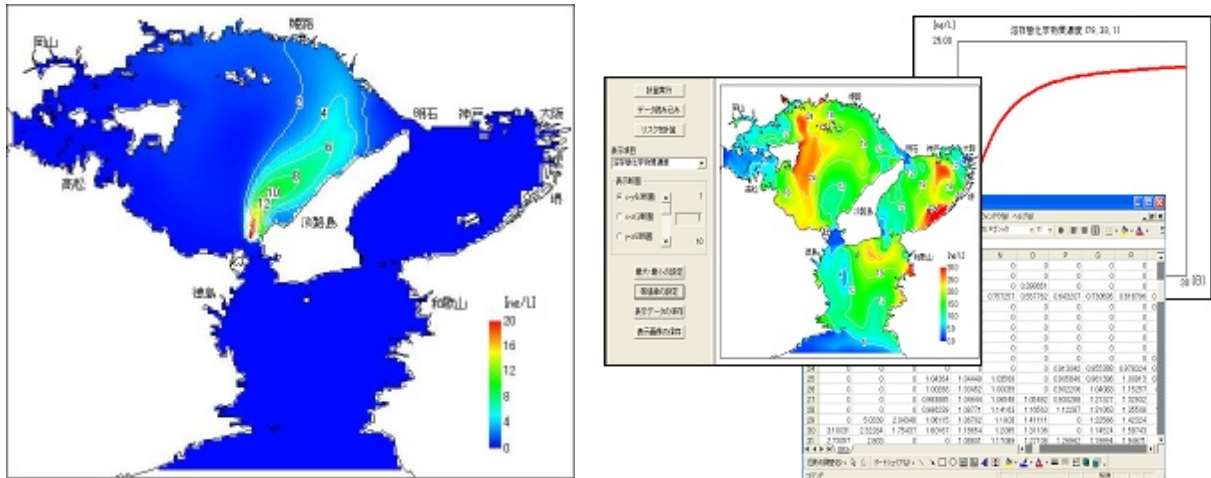
## 6. AIST-SHANEL

濃度分布図



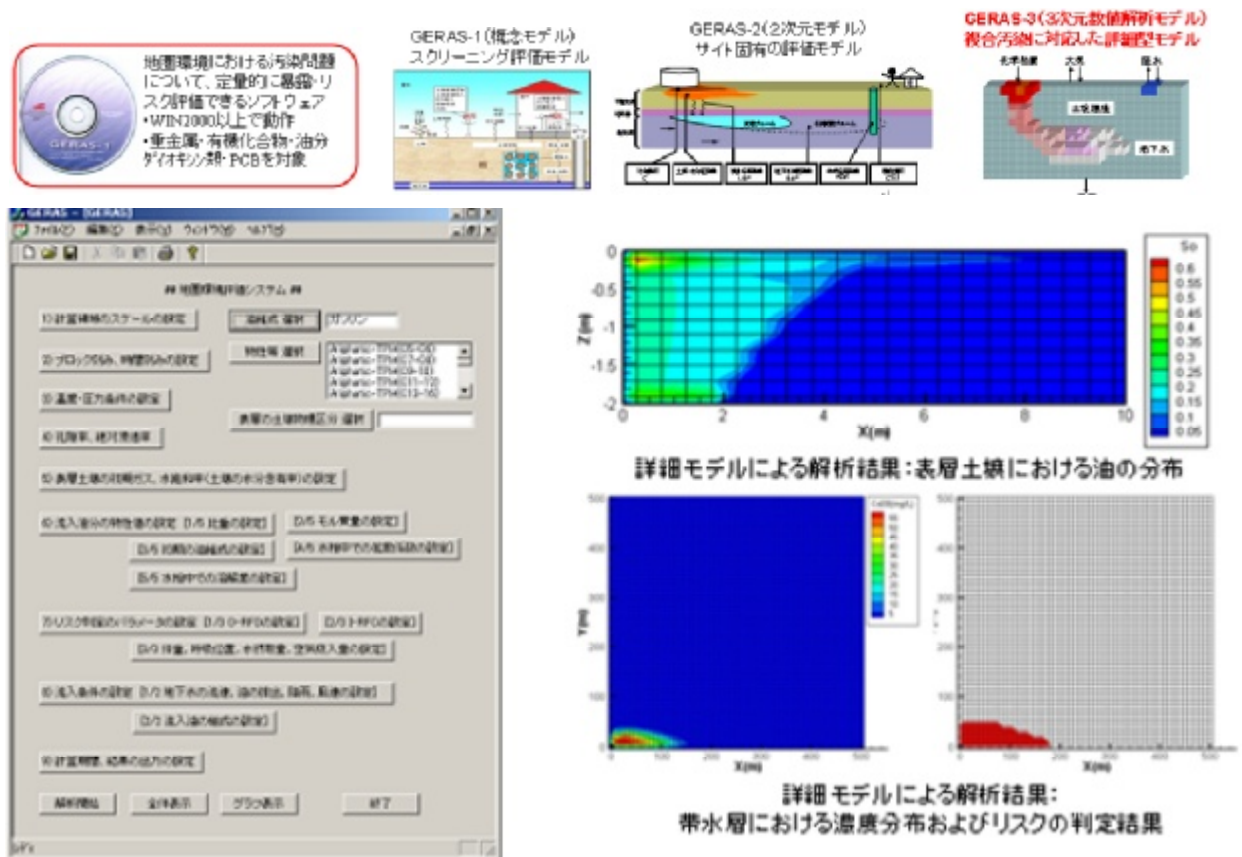
(参考：産総研—水系暴露解析モデル AIST-SHANEL Ver.2.5 機能概略図 出力結果の解析例)

## 7. AIST-RAM



(参考：独立行政法人 産業技術総合研究所 瀬戸内海リスク評価モデル HP)

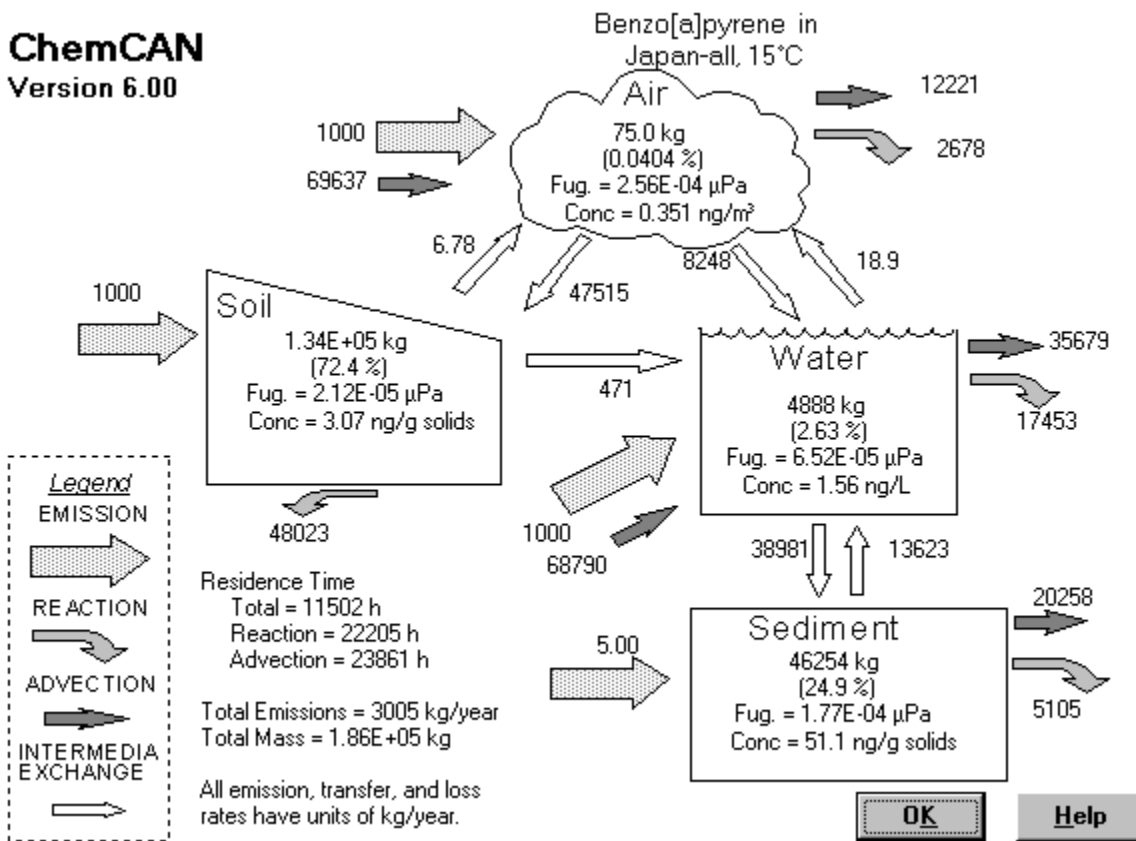
## 8. GERAS



(参考：産総研 HP—土壌・地下水汚染のリスクを評価するシステム「GERAS-3」を公開)

9. ChemCAN

**ChemCAN**  
Version 6.00



(参考：社団法人日本化学工業協会主催ケミカルリスク研究会講演資料「化学物質の環境中動態を理解する：マルチメディアモデルの概要と利用（産業技術総合研究所）」)

(2) リスク評価手法の選定

PRTR 法・条例対象事業者が自らリスク評価を行うことを鑑みて、入手や利用における簡便性を考慮し、使用する評価手法・ツールの選定を行った。

① リスク評価の考え方

本事業におけるリスク評価の考え方は以下の通りである。

- 本事業では、事業者による防災対策の検討や周辺住民とのリスクコミ等に活用することを念頭に、2次被害が発生する範囲がどの程度か、また防災対策の有無により、どの程度リスクの低減ができるかを評価する。
- 本来リスク評価では、影響度と発生頻度の両者を考慮する必要があるが、本事業におけるリスク評価では、起こり得る災害の大きさ（影響度）を考慮して行うものとする。これは、個々の設備に対する防災対策が災害の大きさに応じて決定されるためである。評価対象とする影響度は、被害状況調査で配管の破断等の被害発生が見られた震度等（震度 5 以上、津波 3m 以上）とし、これを超えると想定されるのであればリスク評価を行うと考える。
- リスク評価の対象範囲は以下の表 4-2-1 に示す通りである。

表 4-2-1 本事業におけるリスク評価検討の対象範囲

	対象	対象外の例示
対象とする災害・事象の種類	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地震、津波等の自然災害</li> <li>・自然災害に伴う施設での火災・爆発による有害化学物質の放出</li> <li>・複数の物質が流出した際の、それらの混合による有害ガスの発生</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・外部要因による人為災害（テロ、飛行機墜落事故等）</li> <li>・自然災害に伴う施設での火災・爆発による有害物質放出以外の物理的な影響（輻射熱、爆風圧等）</li> <li>・府域の想定をはるかに超える自然災害*1</li> </ul>
対象とする影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>・周辺地域（大気、河川、土壌）への環境影響（周辺濃度）</li> <li>・周辺住民の健康影響</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・即時的な人健康影響がない事象（港湾・海洋での汚染等）<sup>注)</sup></li> </ul>
対象物質 (表 4-2-2 参照)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・PRTR 法、府条例対象の急性毒性、慢性毒性を有する有害物質（VOC のみとしての対象や燃料中の物質を除く）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・動植物への生態毒性やオゾン層破壊物質として PRTR 法で指定された物質で重篤な人健康毒性が確認されていないもの</li> </ul>
対象施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>・PRTR 法、府条例化学物質管理制度の対象事業所における化学物質取扱施設（燃料小売業を除く）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ガソリンスタンド、灯油販売所</li> </ul>

注) リスク評価は対象としないが、災害時マニュアルの整備といったソフト的な対策等については対象とする。

表4-2-2(1) リスク評価対象の候補物質

物質区分	物質名	下水・廃棄物施設、燃料小売業以外の事業所数	CAS番号	特定指定化学物質	性状	PAC3値(1時間ばく露で生命に危険を及ぼす濃度mg/m <sup>3</sup> )	AEGL値以外	水道水質基準値等(mg/L)	備考	土壌汚染対策法対象物質	地下水環境基準(mg/L)
PRTR1	トルエン		323 108-88-3		液体 VOC	17000		0.4	管理目標値		
PRTR1	キシレン		250 1330-20-7		液体 VOC	11000		0.4	要検討目標値		
条例1	メタノール(別名メチルアルコール)		181 67-56-1		液体 VOC	9400					
PRTR1	エチルベンゼン		129 100-41-4		液体 VOC	7800					
条例1	2-ブタノン(別名メチルエチルケトン)		108 78-93-3		液体 VOC	12000					
PRTR1	ジクロロメタン(別名塩化メチレン)		107 75-09-2		液体 VOC	24000		0.02		○	0.02
条例1	酢酸ブチル		95 123-86-4		液体 VOC	14000	ERPG				
PRTR1	1,2,4-トリメチルベンゼン		90 95-63-6		液体 VOC	18000					
条例1	1-ブタノール		80 71-36-3		液体 VOC	24000	TEEL				
条例1	エチレングリコールモノブチルエーテル		79 111-76-2		液体 VOC	9400	TEEL				
条例1	4-メチル-2-ペンタノン(別名メチルイソブチルケトン)		73 108-10-1		液体 VOC	12000	TEEL				
PRTR1	クロム及び3価クロム化合物		70 -		固体、溶液						
PRTR1	亜鉛の水溶性化合物		67 -		溶液			1	亜鉛及びその化合物		
PRTR1	マンガン及びその化合物		66 -		固体、溶液			0.05	0.01管理目標値		
PRTR1	ニッケル化合物		62 -	○	固体、溶液			0.01	管理目標値(暫定)		
PRTR1	ノルマル-ヘキサン		62 110-54-3		液体 VOC	30000					
PRTR1	フタル酸ビス(2-エチルヘキシル)		60 117-81-7		液体	5900	TEEL	0.1			
PRTR1	ほう素化合物		59 -		固体、溶液			1	ホウ素及びその化合物	○	1
PRTR1	1,3,5-トリメチルベンゼン		58 108-67-8		液体 VOC	1800					
PRTR1	ニッケル		53 7440-02-0		固体、溶液			0.01	管理目標値(暫定)		
PRTR1	ホルムアルデヒド		50 50-00-0	○	気体	69		0.08			
PRTR1	塩化第二鉄		49 7705-08-0		固体、溶液						
条例1	シクロヘキサン		49 108-94-1		液体 VOC	20000	TEEL				
PRTR1	アンチモン及びその化合物		47 -		固体、溶液			0.015	管理目標値		
PRTR1	ポリ(オキシエチレン)＝アルキルエーテル(アルキル基の炭素数が12から15までのもの及びその混合物に限る。)		45 -		固体、溶液			0.02	非イオン界面活性剤		
PRTR1	鉛化合物		44 -	○	固体、溶液			0.01		○	0.01
条例1	2,2,2"-ニトリロトリエタノール(別名トリエタノールアミン)		37 102-71-6		固体 液体						
PRTR1	6価クロム化合物		36 -	○	固体、溶液			0.05		○	0.05
PRTR1	スチレン		35 100-42-5		液体 VOC	4700		0.02	要検討項目		
PRTR1	ふっ化水素及びその水溶性塩		34 -		液体 気体	36	(7664-39-3)	0.8	フッ素及びその化合物	○	0.8
PRTR1	ポリ(オキシエチレン)＝ニルフェニルエーテル		34 9016-45-9		液体 溶液	260	TEEL	0.02	非イオン界面活性剤		
PRTR1	2-アミノエタノール		33 141-43-5		液体 VOC	2500	TEEL				
PRTR1	アセトニトリル		31 75-05-8		液体 VOC	1100					
PRTR1	N,N-ジメチルホルムアミド		31 68-12-2		液体 VOC	1600					
PRTR1	トリクロロエチレン		31 79-01-6		液体 VOC	20000		0.01		○	0.03
PRTR1	フェノール		30 108-95-2		液体 VOC	770		0.005			
PRTR1	テトラクロロエチレン		29 127-18-4		液体 VOC	8100		0.01		○	0.01
PRTR1	銅水溶性塩(錯塩を除く。)		28 -		固体、溶液			1	銅及びその化合物		
PRTR1	鉛		28 7439-92-1		固体、溶液			0.01		○	0.01
PRTR1	メチレンビス(4,1-フェニレン)＝ジイソシアネート		28 101-68-8		固体 液体						
PRTR1	モリブデン及びその化合物		24 -		固体、溶液			0.07	要検討目標値		
PRTR1	メタクリル酸メチル		22 80-62-6		液体 VOC	2300					
PRTR1	クロロホルム		21 67-66-3		液体 VOC	16000		0.06			
PRTR1	トリエチルアミン		21 121-44-8		液体 VOC	4100	TEEL				
PRTR1	コバルト及びその化合物		20 -		固体、溶液						
条例1	シクロヘキサン		20 110-82-7		液体 VOC	34000	TEEL				
条例1	3,5,5-トリメチル-2-シクロヘキサン-1-オン(別名イソホロン)		20 78-59-1		液体 VOC	4500	TEEL				
PRTR1	直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩(アルキル基の炭素数が10から14までのもの及びその混合物に限る。)		19 -		液体			0.2	陰イオン界面活性剤		
PRTR1	ナフタレン		19 91-20-3		固体溶液VOC	2600	TEEL				
PRTR1	無水フタル酸		19 85-44-9		固体						
PRTR1	ベンゼン		18 71-43-2	○	液体 VOC	13000		0.01		○	0.01
PRTR1	無水マレイン酸		18 108-31-6		固体 VOC	80	ERPG				
PRTR1	フタル酸ジ-n-ブチル		17 84-74-2		液体						
PRTR1	1-プロモプロパン		17 106-94-5	○	液体 VOC	3500	TEEL				
PRTR1	エチレンオキシド		16 75-21-8	○	気体	360					
PRTR1	エチレングリコールモノエチルエーテル		16 110-80-5		液体 VOC	22000	TEEL				
PRTR1	メチルナフタレン		14 1321-94-4		固体 VOC	320	TEEL(91-57-6)				
条例1	蟻酸		14 64-18-6		液体 VOC	470	ERPG				
PRTR1	酢酸ビニル		13 108-05-4		液体 VOC	2100			要検討項目		
PRTR1	酢酸2-エトキシエチル(別名エチレングリコールモノエチルエーテルアセテート)		12 111-15-9		液体 VOC	14000	TEEL				
PRTR1	アクリル酸ノルマル-ブチル		11 141-32-2		液体 VOC	2500					
PRTR1	エチレングリコールモノメチルエーテル		11 109-86-4		液体 VOC	6200	TEEL				
PRTR1	クレゾール		11 1319-77-3		固体液体VOC	1100	TEEL				
PRTR1	バナジウム化合物		11 -		溶液						
PRTR1	4,4'-イソプロピリデンジフェノール(別名ビスフェノールA)		10 80-05-7		固体 溶液	240	TEEL	0.1	要検討目標値(暫定)		
PRTR1	エピクロヒドリン		10 106-89-8		液体 VOC	270		0.0004	要検討目標値(暫定)		
PRTR1	アニリン		9 62-53-3		液体 VOC	76		0.02	要検討目標値		
PRTR1	クメン		9 98-82-8		液体 VOC	3600					
PRTR1	1,4-ジオキサン		9 123-91-1		液体 VOC	2700		0.05			
PRTR1	デカプロモジフェニルエーテル		9 1163-19-5		固体						
PRTR1	1,3,5,7-テトラアザトリシクロ[3.3.1.1.3.7]デカン(別名ヘキサメチレンテトラミン)		9 100-97-0		固体	3600	TEEL				
PRTR1	1-ドデカノール(別名ノルマルドデシルアルコール)		9 112-53-8		固体 VOC	820	TEEL				
PRTR1	ペルオキシ二硫酸の水溶性塩		9 -		固体 溶液						
PRTR1	りん酸トリトリル		9 1330-78-5		液体 固体						
PRTR1	クロロベンゼン		8 108-90-7		液体 VOC	1800					
PRTR1	無機シアン化合物(錯塩及びシアン酸塩を除く。)		8 -		液体 気体	17	(74-90-8)	0.01	シアン化物イオン及び塩化シアン	○	検出されないこと
PRTR1	2,6-ジターシャリ-ブチル-4-クレゾール		8 128-37-0		固体	180					
PRTR1	N,N-ジメチルアセトアミド		8 127-19-5		固体 VOC	1400					
PRTR1	有機スズ化合物		8 -		液体	5.2	TEEL(77-58-7)				
PRTR1	アクリル酸エチル		7 140-88-5		液体 VOC	980					
PRTR1	1,2-エポキシプロパン(別名酸化プロピレン)		7 75-56-9		液体 VOC	2100					

表4-2-2 (2) リスク評価対象の候補物質

物質区分	物質名	下水・廃棄物施設、燃料小売業以外の事業所数	CAS番号	特定指定化学物質	性状	PAC3値(1時間ばく露で生命に危険を及ぼす濃度mg/m <sup>3</sup> )	AEGL値以外	水道水質基準値等(mg/L)	備考	土壌汚染対策法対象物質	地下水環境基準(mg/L)
PRTR1	ε-カプロラクタム	7	105-60-2		固体	10	TEEL (dust)				
PRTR1	トリレンジイソシアネート	7	26471-62-5		液体 VOC	3					
PRTR1	ポリ(オキシエチレン)オクチルフェニルエーテル	7	9036-19-5		液体	830		0.02	非イオン界面活性剤		
PRTR1	インジウム及びその化合物	6	-		気体	5.3	TEEL (1312-43-2)				
PRTR1	エチレンジアミン四酢酸	6	60-00-4		固体 溶液	160	TEEL	0.5	要検討目標値		
PRTR1	カドミウム及びその化合物	6	-	○	固体 溶液	77	TEEL (513-78-0)	0.0005		○	0.003
PRTR1	ヒドラジン	6	302-01-2		液体 VOC	46					
PRTR1	4,4'-メチレンジアニリン	6	101-77-9		固体	20					
PRTR1	モルホリン	6	110-91-8		液体 VOC	28000	TEEL				
PRTR1	エチレンジアミン	5	107-15-3		液体 VOC	49					
PRTR1	デシルアルコール(別名デカノール)	5	112-30-1 25339-17-7		液体 VOC	930					
PRTR1	フタル酸n-ブチルベンジル	5	85-68-7		液体	460					
PRTR1	p-オクチルフェノール	4	1806-26-4		固体						
PRTR1	3,3'-ジクロロ-4,4'-ジアミノジフェニルメタン	4	101-14-4		固体	230	TEEL				
PRTR1	デカン酸	4	334-48-5		固体 液体						
PRTR1	テトラヒドロメチル無水フタル酸	4	11070-44-3		液体						
条例1	2,4,6-トリアミノ-1,3,5-トリアジン(別名メラミン)	4	108-78-1		固体	140	TEEL				
条例1	2-フランメタノール(別名フルフリルアルコール)	4	98-00-0		固体 VOC	3.5					
PRTR1	石綿	3	1332-21-4	○	固体	3.3	TEEL				
PRTR1	イソプレン	3	78-79-5		液体 VOC	11000	ERPG				
PRTR1	1,2-ジクロロプロパン	3	78-87-5		液体 VOC	9200	TEEL				
PRTR1	N,N-ジシクロヘキシルアミン	3	101-83-7		液体 VOC(沸点:255.8℃)						
PRTR1	N-(1,3-ジメチルブチル)-N'-フェニル-p-フェニレンジアミン	3	793-24-8		固体						
PRTR1	二硫化炭素	3	75-15-0		液体 VOC	1500					
PRTR1	a-メチルスチレン	3	98-83-9		液体 VOC	24000					
PRTR1	グルタルアルデヒド	2	111-30-8		液体	20	ERPG				
PRTR1	シクロヘキシルアミン	2	108-91-8		液体 VOC	120					
PRTR1	1,3-ジフェニルグアニジン	2	102-06-7		固体 VOC	64	TEEL				
PRTR1	水銀及びその化合物	2	-		液体	8.9	(7439-97-6)	0.0005		○	0.0005
PRTR1	テトラメチルチウラムジスルフィド(別名チウラム又はチラム)	2	137-26-8		固体	1500	TEEL			○	0.006
PRTR1	5'-[N,N-ビス(2-アセチルオキシエチル)アミノ]-2'-(2-ブロモ-4,6-ジニトロフェニルアゾ)-4'-メトキシアセトアニリド	2	3618-72-2		固体						
PRTR1	1,3-ブタジエン	2	106-99-0	○	気体 VOC	49000					
PRTR1	プロモetan(別名臭化メチル)	2	74-83-9		気体 VOC	2900					
PRTR1	ヘキサメチレンジアミン	2	124-09-4		固体 VOC(沸点205℃)						
PRTR1	ヘキサメチレンジイソシアネート	2	822-06-0		液体	5.5	TEEL				
PRTR1	りん酸トリフェニル	2	115-86-6		固体	690	TEEL				
PRTR1	2-イミダゾリジンチオン	1	96-45-7		固体	110	TEEL				
PRTR1	エタンチオール	1	75-08-1		液体 VOC	910					
PRTR1	N-(シクロヘキシルチオ)フタルイミド	1	17796-82-6		固体						
PRTR1	ジフェニルエーテル	1	101-84-8		固体 VOC	670					
PRTR1	2,2-ジプロモ-2-シアノアセトアミド	1	10222-01-2		固体 溶液						
PRTR1	1,3,5-トリス(2,3-エポキシプロピル)-1,3,5-トリアジン-2,4,6(1H,3H,5H)-トリオン	1	2451-62-9		固体						
PRTR1	N-(tert-ブチル)-2-ベンゾチアゾールスルフェンアミド	1	95-31-8		固体						
PRTR1	1-メチル-1-フェニルエチルヒドロペルオキシド	1	80-15-9		液体 VOC	60	TEEL				
条例1	2-クロロ-1,3-ブタジエン(別名クロロブレン)	1	126-99-8		液体 VOC	1400	TEEL				
条例2	アンモニア		7664-41-7		液体 VOC	770					
条例2	一酸化窒素		10102-43-9		気体	25					
条例2	一酸化二窒素		10024-97-2		気体	36000	TEEL				
条例2	塩化アンモニウム		12125-02-9		固体、溶液						
条例2	塩化水素		7647-01-0		気体	150					
条例2	塩素		7782-50-5		気体	58					
条例2	五塩化リン		10026-13-8		固体 気体	200	TEEL				
条例2	五酸化二窒素		10102-03-1		固体						
条例2	三酸化二窒素		10544-73-7		気体	66	TEEL				
条例2	四酸化二窒素		10544-72-6		気体	38					
条例2	硝酸		7697-37-2		液体			10	硝酸帯窒素及び亜硝酸態窒素		
条例2	二酸化窒素		10102-44-0		気体	38					
条例2	フッ素		7782-41-4		気体	20		0.8	フッ素及びその化合物	○	0.8
条例2	硫化水素		7783-06-4		気体	76					
条例2	硫酸		7664-93-9		液体						
条例2	リン酸		7664-38-2		液体						

OPACs (Protection Action Criteria): 米 DOE (Department of Energy)が示している、排出源近傍のヒト健康影響に対する大気中許容濃度等。下記の3種類の情報を基にしている。DOEではデータの信頼性をAEGL>ERPG>TEELとしており、同一の物質で複数のデータがある場合は、より信頼性の高い情報を採用している。本表ではRevision27のデータを使用している。また複数の物質が含まれる場合(○化合物)は、採用した物質のCAS番号を付した。

・AEGL (Acute Exposure Guideline Level): 米EPA(Environmental Protection Agency)等が開発  
 ・ERPG (Emergency Response Planning Guideline): AIHA(American Industrial Hygiene Association)が開発  
 ・TEEL (Temporary Emergency Exposure Level): DOE がAEGLやERPG が定められるまでの一時的な値として開発し2000 物質以上について値を設定

○VOCの定義: 沸点が150℃以下、又は293.15Kで蒸気圧が0.01kPa以上

○水道水質基準としては、上記以外に有機物(全有機炭素(TOC)の量)が3mg/L以下、pHが5.8以上8.6以下、などがある。

## ② リスク評価の概要

本事業では、各事象に応じて以下のようにリスク評価を実施することとする。

- ・ **大気**：常温・常圧で気体である物質及び取扱状況下（加圧、加温）で蒸気となっている物質、取扱状況下で液体であるが揮発性が高く、流出時気化した物質が大気中に拡散するものについて、環境中に放出された際の事業所周辺での大気中濃度分布や健康影響を評価する。健康影響の評価は **AEGL** 値（又は **ERPG** 値、**TEEL** 値）を用い、事業所周辺で、①不快・刺激等が生じる、②重篤な健康影響が生じる、③生命が脅かされる範囲を予測し、リスクの判定を行う。
- ・ **水質**：有害物質が公共用水域に漏洩した際の、河川水中の物質濃度の予測を行い、上水道の取水口で濃度が水道水質基準に至るかを評価し、給水障害のリスクを判定する。
- ・ **土壌**：液体・溶液が、地下浸透した際の土壌や地下水での有害物質の汚染の広がりを予測する。評価は汚染物質による地下水の飲用リスクを対象とし、地下水の取水場所において物質濃度が地下水環境基準に至るかどうかにより判定する。

○リスク評価の試行にあたっては、府域の実際の事業所における化学物質の取扱い・保管状況や気象条件、上水道の取水口の位置等を考慮し、実態に即したリスク評価を実施する。

## ③ リスク評価に使用するツールの選定

リスク評価の実施に用いるツールについては、以下の点を考慮して選定した。

- ・ **PRTR** 法・条例対象事業者が自らリスク評価に用いることができるよう、比較的操作が簡易であり、ツール及びそのマニュアルが日本語であるものを対象とした。
- ・ ツールはアップデート等による更新・メンテナンスが行われているものを優先的に選択した。
- ・ 大気の評価ツールについては **AEGL** 値等のヒト健康リスクを評価できるものとする。
- ・ 河川・土壌のリスク評価に関しては、水道水質基準値、地下水環境基準値に適合するかどうかによりリスクの判定を行うため、環境中濃度を予測できるものとした。
- ・ 本事業では、物質の毒性のみを評価対象とするため、火災・爆発等による事象は含めないものとする。
- ・ 被害による影響範囲が概算でどの程度になるか、防災対策を実施した結果、どの程度リスクが低減できるか、ということの評価できるものとする。

以上の点を踏まえて、リスク評価の試行に使用するツールは以下の表 4-2-3 に記載のものを選定した。

表 4-2-3 リスク評価の試行に使用するツール

評価対象の媒体	ツールの名称（機関名）	ツールの概要
大気	<b>CAMEO/ALOHA</b> (米国環境保護庁 (EPA) 米国海洋大気庁 (NOAA))	化学災害の対策に用いる統合アプリケーションソフトウェアであり、大気中へ物質が拡散した際の拡散範囲、ヒト健康リスク等を図示することができる。 化学物質データベース「CAMEO Chemicals」、影響評価ソフトウェア「ALOHA」、地理情報システム「MARPLOT」などから構成される。
河川	<b>AIST-SHANEL</b> (産業技術総合研究所)	利根川や淀川など全国 109 の広域水系における空間的な曝露評価が可能。河川流量及び化学物質の河川水中濃度等を算出することができる。 空間解像度は 1km×1km、時間解像度は月単位で解析できる。
土壌	<b>GERAS-3</b> (産業技術総合研究所)	“詳細型モデル GERAS-3”では、土壌層から地下水層に至る汚染物質の移動現象を数値モデル化しており、汚染物質によるリスクの時間的・空間的な変化を定量化できる。



#### ④ リスク評価に使用するツールの概要及び適用検討

##### 1) 大気 CAMEO-ALOHA の適用検討

###### ○モデルの概要

本ソフトウェアは、事故の初期対応をする人が使うことを想定し、設計されている。使用しているモデルは、化学事故における短時間の拡散範囲や濃度を予測するときに最も有効で、放射性物質の事故に適用するためのものではない。また、煙や長時間にわたる低レベルの漏出には使用できない。

拡散モデルに関する予備知識を持たなくても、必要なデータを容易に得られ、その場で予測ができることを指針に開発されている。

(参考:独立行政法人 海上災害防止センター 伊藤忠テクノソリューションズ株式会社「ALOHA-JP」(ver.5.4) 取扱マニュアル)

本ツールは以下に示すように 3 つのツールから構成されており、化学物質の情報等を整理する CAMEO、物質の拡散予測計算を行う ALOHA、計算結果を地図上で表示させる MARPLOT から成り立っている。

ツールの機能	名称	日本語版	英語版
情報整理	CAMEO	ver.1.2.2	ver.2.3.1
拡散計算	ALOHA	ver.5.4	ver.5.4.3
地図上で表示	MARPLOT	ver.4.0	ver.4.2.2

###### 特徴

- ※ 化学物質のライブラリについては、**ver.2.0** 以前は **CAMEO** に内蔵されていたが、**ver.2.0** 以降 **CAMEO Chemicals** として分離している。  
**CAMEO Chemicals** では、**AEGL**、**ERPG**、**TEEL**、**IDLH** などの物質の危険レベル等の情報が記載されており、データベースをダウンロードして閲覧することができる。  
(ライブラリは日本語版でも日本語化されていない)
- ※ 主に予測計算は **ALOHA** で行う。
- ※ **CAMEO** で検索した物質を **ALOHA** で計算可能か確認することができる。

## ○モデルの詳細（ALOHA-JP）

本ツールのうち、ここでは大気拡散計算を行う **ALOHA-JP** について、モデルの詳細をまとめる。

まず、**ALOHA-JP** で計算できる化学物質の性状としては、気体、液体（気化して大気中に放出されるもの、一部水溶液を含む）が対象となる。これらの対象物質はその性状に合わせて様々な漏出が想定されるが、本ツールを用いた予測計算では、以下の **4** つの項目について漏出源を設定することができる。（注：選択した物質の性状によっては選択できない漏出源の項目もある。）

1. 直接入力
2. 水たまり
3. タンク
4. パイプ

以下に、それぞれの漏出源のタイプの特徴を示す。

### 1. 直接入力

大気中へ流出する化学物質の量がわかっている場合に選択する。また、漏出に関する情報がほとんどなく、他の漏出源タイプを選べない場合にも選択する。

直接入力では、流出速度の計算を行わない。（流出速度の設定は **1** つだけになる。）

#### 入力情報の詳細

- ・ 流出量の単位（質量又は堆積）、流出の時間（継続的（**1** 分以上）・瞬時的 **1** 分以内）
- ・ 漏出源の高さ
- ・ 物質の状態（気体・液体）、温度、圧力

### 2. 水たまり

漏出物質が既に地面に水たまりの状態となっており、そこからの気化をモデル化する場合に選択する。※タンクからの液体の漏出が継続しており、その周辺の水たまりからの予測の場合はタンクを選択する。

#### 入力情報の詳細

- ・ 水たまりのタイプ（蒸発・燃焼）
- ・ 水たまりの面積・体積
- ・ 地表のタイプ（通常・コンクリート・砂地・湿地・水）（熱の移動に影響）
- ・ 地表温度
- ・ 水たまりの初期温度

### 3. タンク

タンク（又はタンク状のもの）の破損、またはタンクのパルプからの漏出をモデル化するときを選択する。

入力情報の詳細

- ・ タンクの形状（水平な円筒形・垂直な円筒形・球状）  
直径、長さ、高さ、容量
- ・ 化学物質の状態（液体・気体）、温度、圧力  
液体の場合は水たまり形成・プール火災・**BLEVE**を設定する
- ・ 物質の質量または体積
- ・ タンクの破損状況（漏出箇所、開口部の形状（円形・長方形）、開口部の高さ）
- ・ 水たまり形成時は**2)** 水たまりと同じ設定が必要

### 4. パイプ

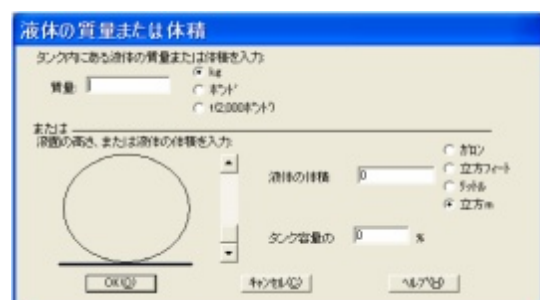
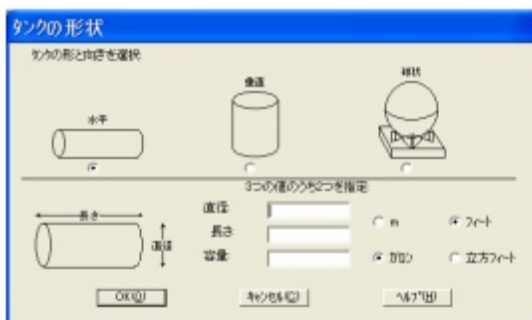
パイプからの気体の漏出をモデル化するときを選択する。計算では、パイプのサイズ、圧力、温度などに関する情報を入力する。

本ソフトウェアでは、パイプからの液体の漏出をモデル化することはできない。

入力情報の詳細

- ・ パイプの内径と長さ（長さはパイプの直径の**200**倍以上であること）
- ・ パイプの端（破損していない側がタンク等につながっているか、閉鎖バルブで閉じられているか）
- ・ パイプの内面（滑らか、粗い）
- ・ パイプ内部の圧力、温度
- ・ 穴の大きさ（タンク等に接続時は表示されていない）  
（計算時は円形であると仮定される）

（参考）設定画面の例（タンクの場合）



## 健康リスク評価

本ソフトウェアでは、**LOC (Level of Concern : 危険レベル)** を用いてリスク評価を行う。**LOC (危険レベル)** とは、それ以上の濃度では危険であると一般的に考えられる、空气中の汚染物質濃度のしきい値のことを指し、拡散図では、漏出開始後のある時点における地表面での汚染物質濃度が **LOC** を超えると予測される範囲を表示する。

本ソフトウェアの化学物質ライブラリでは、いくつかの化学物質について、以下に示す種類の **LOC** が特性値として登録されている。

表 4-2-4 **LOC (危険レベル)** の例

### IDLH

**Immediately Dangerous to Life or Health** (生命と健康に対する危険性)。元々は作業所で使用するマスクを選択するため、**NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health)** が定めた制限。健康な成人にとって脱出が困難になったり、回復不能な健康への影響を受けたりすることなく **30 分間**耐えられる最大濃度の推定値。

### TLV-TWA

**Threshold Limit Value-Time-Weighted Average** (しきい限界値-時間加重平均)。

**ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists)** による設定値。

**1 日 8 時間、週 40 時間**労働を前提として、ほぼ全員の労働者が悪影響を受けずに無制限の期間さらされ得る、有害化学物質の空气中の最大濃度。

### AEGL

**Acute Exposure Guideline Levels** (急性暴露ガイドラインレベル)。**NRCCT (National Research Council's Committee on Toxicology)** による設定値。**2001 年**半ばに **4 つ**の化学物質に対してリリースされた。**AEGLs** は一般人にとっての閾値暴露レベル限界 (暴露レベル未満では有害健康影響が起これそうでもない) を表し、中毒作用の深刻度の違いによる **3 段階**のレベル (**AEGL-1、AEGL-2、AEGL-3**) と **5 つ**の暴露時間 (**10 分間と 30 分間、1 時間、4 時間、及び 8 時間**) の各々について設定されている。**ALOHA™** では、**3 段階**の危険レベルで **10 分間**の暴露時間について各値が設定可能である。

### ERPG

**The Emergency Response Planning Guidelines** (緊急時対応計画ガイドラインレベル)。

**AIHA (American Industrial Hygiene Association)** による設定値。**AEGL** と同様に **3 段階**のレベルがあるが、暴露時間は **60 分平均**のみである。**220 物質**程度が評価されている。

### TEEL

**Temporary Emergency Exposure Limits** (非常時の露出限界)。**DOE (USA Department of Energy)** による設定値。**AEGL** と同様に **3 段階**のレベルがあるが、暴露時間は **15 分平均**のみである。**2200 以上**の物質が評価されている。(2002 年現在)

○適用限界（ALOHA-JP におけるモデルの仕様、制限事項）

流出時間

予測は、化学物質の流出について、最低 60 秒から最大 60 分までの時間の範囲で行う。

（流出時間の限度は 1 時間が最大）

流出速度

流出速度は漏出源のタイプに応じて最大 5 段階に平均化して算出される。

その際、流出速度は少なくとも 1 分間以上に平均されるため、実際の高圧タンクからの急激な流出（1, 2 秒での流出）などは表現できない。

気象条件

計算中の気象条件については一定であると仮定して処理する。

また、大気安定度は入力した気象条件から最もふさわしい安定度を 2 つ自動選択する。

計算結果

拡散図（下図）の表示は、汚染物質の濃度が評価基準となる LOC の値を超えると予測される範囲（予測される最大到達濃度が LOC の値を超える範囲）を表示する。

また、任意の地点における時系列の濃度変化についても出力できる。

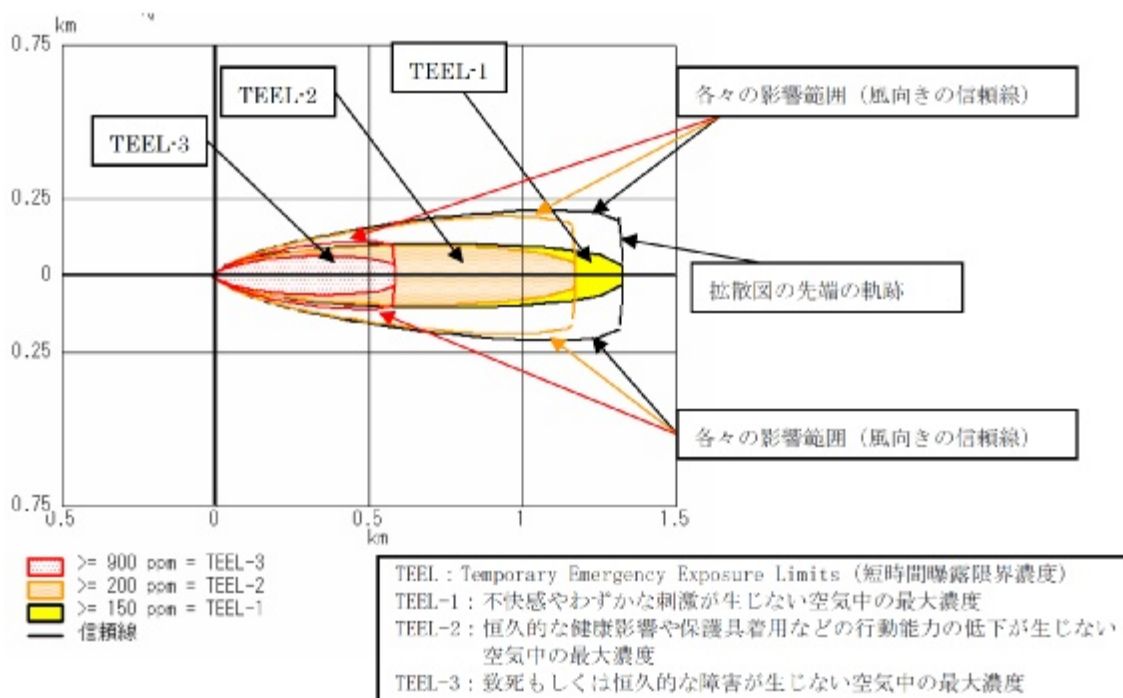


図 4-2-1 大気拡散状況予測結果出力図

（参考：独立行政法人 海上災害防止センター 伊藤忠テクノソリューションズ株式会社

「ALOHA-JP」(Ver.5.4) インストール手順書)

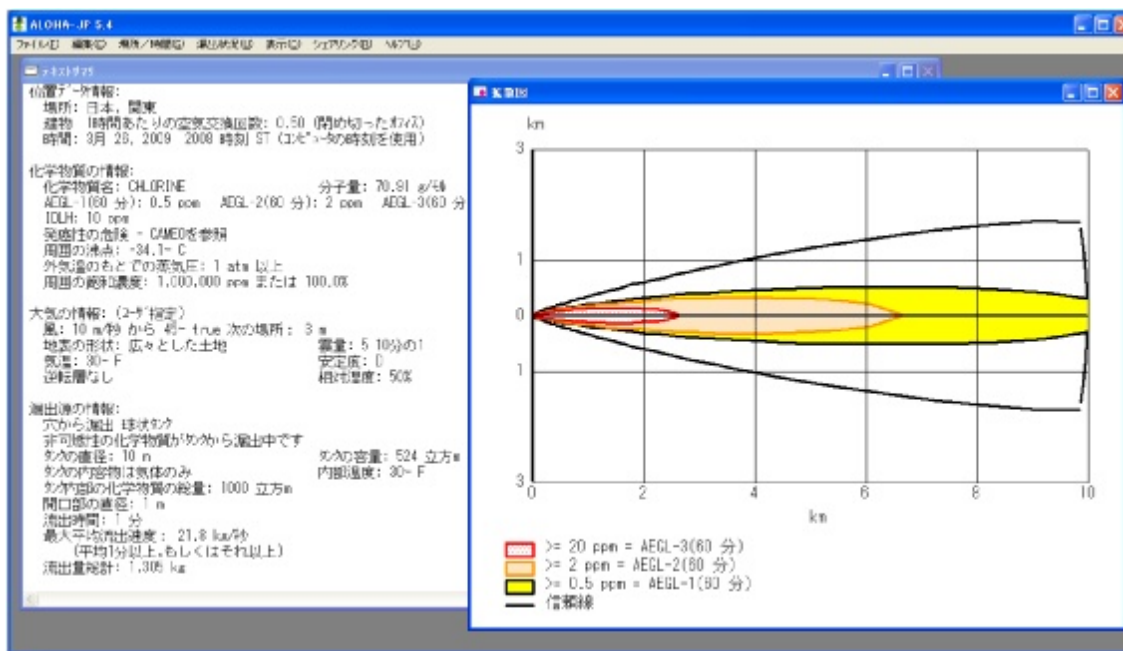


図 4-2-2 ALOHA-JP による出力画面

### 拡散モデル計算手法（2種類）

ガウス拡散…中位の浮揚性（空気とほぼ同じ密度）の気体の拡散計算に適用。

重い気体の拡散…空気より重い気体に適用。

（本ソフトウェアでは気体の密度が空気の密度（およそ  $1.1\text{kg/m}^3$ ）に比べて十分に大きい場合、重い気体であると考える。）

### 二相の流出

液化ガスなどの高圧で液化した状態で保存している物質のタンクからの漏出で、タンクが加圧されている場合は二相の流出として取り扱い、予測を行う。（液化プロパンなど）

二相の流出は、気体と液体の相（化学物質が気化したものと細かい液体の小滴（エアゾール）の混合物）が一緒に流出するときを指す。

二相の流出では、通常の気体のみでの流出よりかなり流出速度が速くなる可能性があることと、冷たい気体の塊が流出することから重い気体が形成される可能性がある。

### モデル予測時に注意すべき状況

- ・ 非常に低風速

風速が低くなるにつれて予測範囲が広がり（風向きが変わりやすくなり、不確実性が大きくなる）、非常に低い場合（約  $1\text{m/s}$  以下）では円状に予測される。

- ・ 大気が非常に安定している状況

風や上昇気流が少ない、大気が安定した状態では、拡散予測の不確実性が助長されるため、予測結果はあまり信頼出来ない可能性がある。（汚染物質の拡散・混合が遅く、長期間、高濃度で滞留している、漏出源から離れた場所でも残っているなど）

- 風の変化と地形変化の影響

設定できる風向風速は1つだけであり、丘や谷のような地形の変化を考慮しないため、計算範囲全体の風の状態を正確に表せない可能性がある。また、漏出源からの距離や時間の経過によって風向きが変わる可能性を考え、**10km**以上の拡散図は描けない。

(**10km**以上は切り捨て)

また、障害物によって引き起こされる風の小さな変化を計算しないため、障害物周りの渦巻きや不安定な風向きを考慮できない。

- 濃度のばらつき、特に漏出源の近隣

特定の瞬間における汚染物質の濃度を正確に予測することは、不確実性を持つ様々な要因のため、ほぼ不可能であり、ここでは数分間の平均濃度を予測する。(漏出源付近での濃度のばらつきは考慮できない)

モデルが考慮しないもの

- 化学反応や火災

モデルでは、化学反応や火災により生じた副産物については対応していない。

また、火災による漏出物質の上昇も考慮しない。

化学反応により発生した物質の拡散を予測する場合、化学反応による生成物の生成速度を見積もり、生成物の漏出としてモデル化する必要がある。

- 微粒子

本ソフトウェアでは、粒子の拡散をモデル化することはできない。

- 化学混合物

本ソフトウェアでは、純粋な化合物といくつかの化学溶液をモデル化するよう設計されているが、混合物を正確にモデル化できない。

- 地形

本ソフトウェアでは、漏出源の地面の形状や、汚染物質によって影響される区域の地形を考慮しない。(例えば液体が斜面に流出した場合などは対応できない。)

- 危険要素

化学物質漏出が爆発につながる場合、漏出源と隣接する箇所から残骸等が飛散する可能性があるが、本ソフトウェアではこれらの危険物の飛散については予測しない。

○リスク評価に必要な情報

ALOHA で予測計算を行うために必要となる入力条件等の情報を表4-2-5、表4-2-6、表4-2-7に示す。

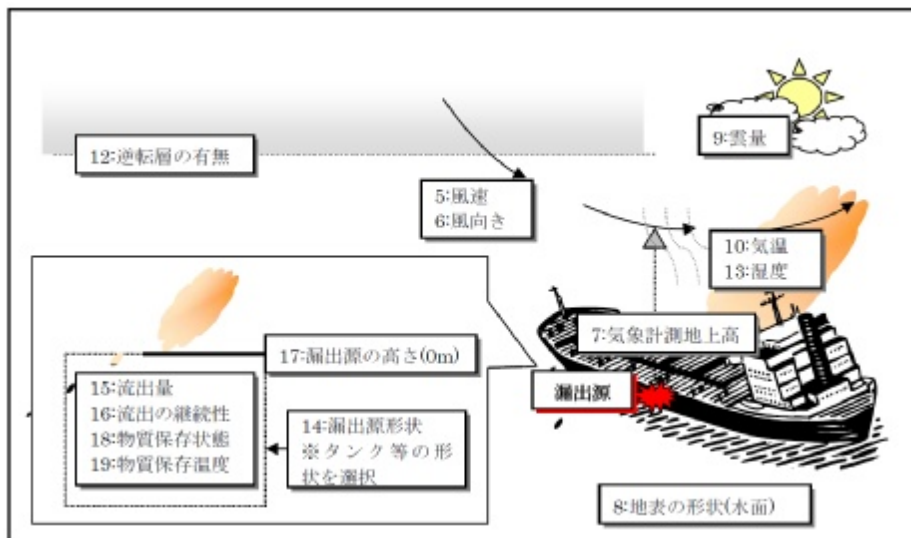
表4-2-5 ALOHA-JP の基本的な設定項目

大項目	No	項目	設定例
場所/時間	1	場所	日本
	2	建物の種類	1階建のビル
	3	日時	コンピュータ時刻
漏出化学物質	4	化学物質種類 <sup>注1)</sup>	(物質一覧より選択、物質数は純粋な化学物質で1,000程度、溶液で5種類 <sup>注2)</sup> )
大気の状態	5	風速	10(m/s)
	6	風向き	0(度)
	7	気象計測地上高	3(m)
	8	地表の形状	広々とした水域
	9	雲量	やや曇り
	10	気温	20(度)
	11	大気安定度	(自動設定)
	12	逆転層の有無	逆転層なし
	13	湿度	50(%)
漏出源状況	14	漏出源形状	直接入力
	15	流出量	1,000(KL)
	16	流出の継続性	瞬間的な流出
	17	漏出源の高さ	0(m)
	18	物質保存状態	液体
	19	物質保存温度	20(度)

注1) AEGL 値等の LOC の情報が必ずしも含まれているとは限らない。

ただし、化学物質、特性値等の情報は追加することができる。

注2) アンモニア水、塩酸、フッ化水素酸、硝酸、発煙硫酸



(参考：独立行政法人 海上災害防止センター 伊藤忠テクノソリューションズ株式会社

「ALOHA-JP」(Ver.5.4) 取扱マニュアル)



設定値の許容範囲

表 4-2-6 本ソフトウェアの設定値の許容範囲一覧表

項 目	許 容 範 囲
場所／時間に関する設定	
空気交換率	0.01 回/時間 ~ 60 回/時間
高度	-392m ~ 8,534m
緯度	0° ~ 90°
経度	0° ~ 180°
年	1900 ~ 32000
月	1 ~ 12
日	1 ~ 31
時	0 ~ 23
分	0 ~ 59
気象条件に関する設定	
気温	-73°C ~ 65°C
雲量	0/10 ~ 10/10
地表の凸凹の長さ	0.001cm ~ 200cm
逆転層の高さ	3m ~ 1,524m
湿度	0% ~ 100%
風速	0.62m/s ~ 51m/s
漏出源に関する設定	
大気中への流出量	0 ~ 1,000,000,000 ※単位に関係なく
地表温度	-73°C ~ 80°C
パイプの直径	1cm ~ 10m
パイプの穴の大きさ	0 ~ パイプの直径まで
パイプの長さ	パイプの直径の 200 倍 ~ 10km
パイプの圧力	大気圧の 2 倍 ~ 680atm
パイプの温度	沸点 ~ 1,535°C
水たまりの面積	25 平方 cm ~ 10,000 平方 m
水たまりの深さ	0.25cm ~ 100m
水たまりの質量	0.1kg ~ 110t
水たまりの体積	0.1 リットル ~ 10,000 立方 m
漏出源の高さ	0m ~ 1,524m
タンクの直径	20cm ~ 1,000m
タンクの長さ (高さ)	50cm ~ 1,000m
タンク内の化学物質質量	0 ~ 90,718,474kg
タンクの圧力	1.1atm ~ 68atm
タンクの温度	-273°C ~ 5,502°C
タンクの開口部	0.1cm ~ 円形の断面積または表面積の 10%、いずれか小さい方が最大値
表示に関する設定	
LOC 濃度 (危険レベルの濃度) (ユーザー指定)	0 ~ 1,000,000ppm
縮尺 (ユーザー指定)	1:0 ~ 1:1,267,200

各漏出源タイプでの計算に必要な物性値

表 4-2-7 ALOHA による影響評価で必要となる物性値

物性値	流出源モデル				ガス拡散モデル	
	直接入力 (Direct)	水たまり (Puddle)	タンク (Tank)	パイプ (Pipeline)	重い気体の 拡散	ガウス拡散
化学物質名	○	○	○	○	○	○
分子量	○	○	○	○	○	○
標準沸点	◇	○	○	○	○	
臨界圧力	◇	○	○	○	□	
臨海温度	◇	○	○	○	□	
気体密度					○	
標準凝固点		○	○			
気体熱容量		○	○	○	○	
液体熱容量		○	○			
燃焼熱	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>		
蒸気圧					**	
<p>○ 必要となる物性値</p> <p>◇ 流出速度および流出量を体積単位で表記する場合必要になります。</p> <p>□ 蒸気圧が入力されていない場合必要になります。</p> <p><b>F</b> 火災・爆発のシナリオを評価する場合（化学物質が引火性で着火のシナリオを実行したい場合）必要になります。</p> <p>** 臨界圧力および臨界温度が入力されていない場合必要になります。</p>						
<p>注) 沸点、臨界圧力、臨界温度が不明の場合、化学物質名、分子量に加え流出物質の質量が分かればガウス計算は行える。</p>						

(参考：横浜国立大学 事業者の化学物質リスク自主管理の情報基盤／情報プラットフォーム／ハザード・物性情報・曝露情報【危険性情報】 化学物質の危険性解析と影響評価の基本スキームガイダンス、独立行政法人 海上災害防止センター 伊藤忠テクノソリューションズ株式会社 「ALOHA-JP」(Ver.5.4) 取扱マニュアル)

## 用語の説明

### 標準沸点

ある物質の臨界点以下の圧力と液体の飽和蒸気圧が等しくなる温度を沸点といい、特に **1atm** のときの沸点を標準沸点という。

### 臨海温度、臨界圧力

物質の気相-液相間の相転移が起こりうる温度および圧力の範囲の限界を示す相図上の点を臨界点といい、その時の温度を臨界温度、圧力を臨界圧力という。

### 気体密度

気体は 温度、圧力の影響により体積が変化するため、基準状態として温度 **kg/m<sup>3</sup> (ntp)** で表される温度 **0°C**、圧力=**1atm** (大気圧) での **1m<sup>3</sup>** の容積の質量 **kg** を示す。

### 標準凝固点

標準気圧下における凝固点。

### 燃焼熱

ある単位量の物質が完全燃焼した時に発生する熱量である。単位は **J/kg**、**kJ/k** モル、**cal/モル**等を用いる。

### 蒸気圧 (圧力、温度)

任意の温度に対して、その物質の気体が液体状態あるいは固体状態と平衡になるような熱のことである。

## U 地図上での表示

MARPLOT による地理情報の表示については国土地理院発行の数値地図 2500 を取り込むことにより、国内の地図上に結果を表示させることができる。数値地図は世界測地系、緯度経度座標系の **shape** ファイルを利用し、利用者が特定のフォルダに配置する。

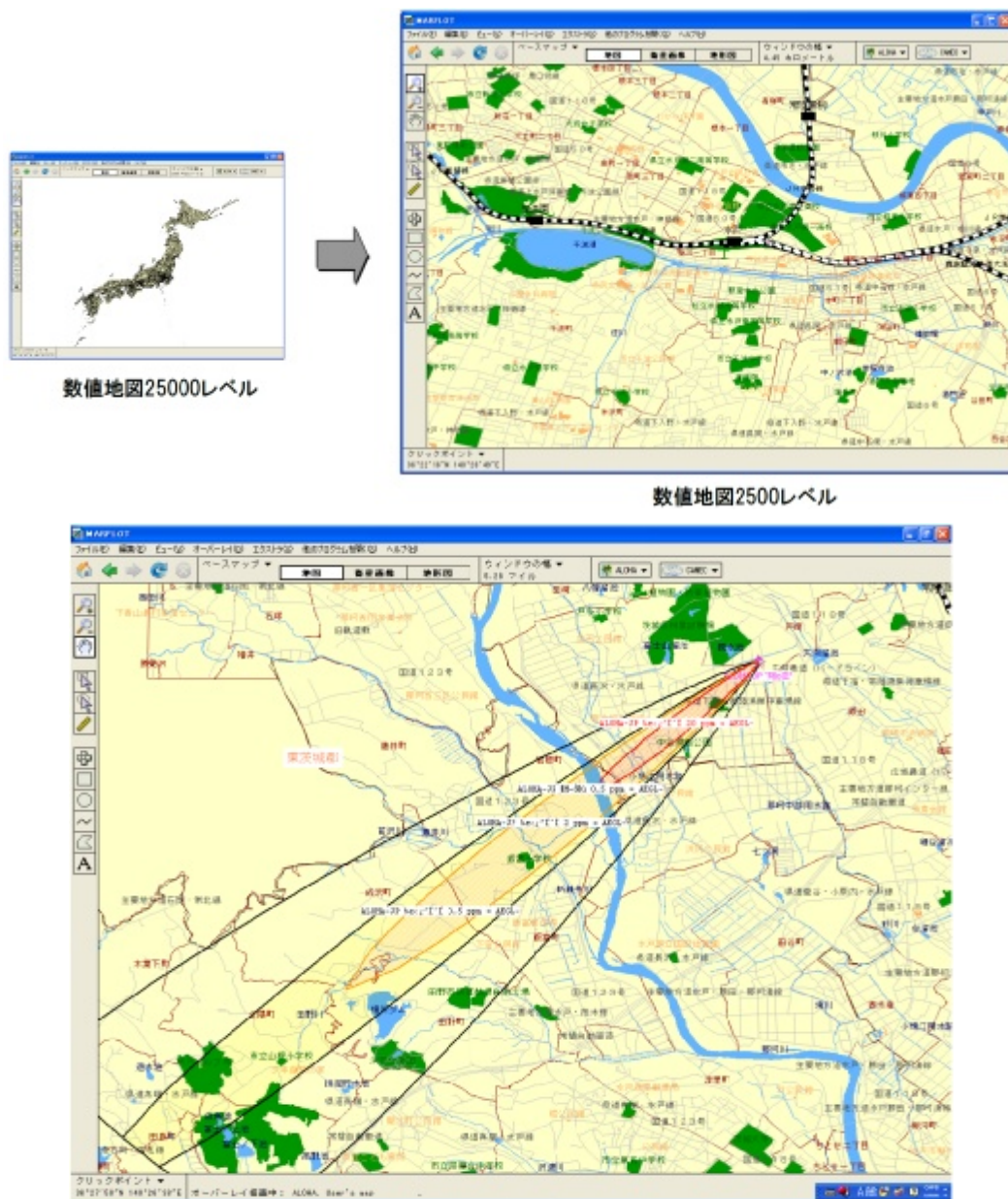


図 4 - 2 - 3 拡散図を地図上で表示

○適用検討のための試算の実施

本事業におけるリスク評価の実施に向けて、本ツールの適用性を検討するため、化学工業施設において、フッ化水素の保管タンクから化学物質が漏出した場合を想定し、**CAMEO-ALOHA** を用いて大気中における周辺の物質濃度及び健康リスクを試算した。計算に使用した入力データは以下のとおりである。

表 4-2-8 試算における入力データ（青字は入力した値）

大項目	No	項目	試算の入力値
場所／時間	1	場所	日本
	2	建物の種類	1階建のビル
	3	日時	コンピュータ時刻
漏出化学物質	4	化学物質種類	<b>HYDROGEN FLUORIDE</b> (フッ化水素 <sup>注</sup> )
大気の状態	5	風速	<b>1, 3, 10(m/s)</b>
	6	風向き	<b>0(度)</b> (風向：北)
	7	気象計測地上高	<b>3(m)</b>
	8	地表の形状	都市部または森林
	9	雲量	やや曇り(雲量 5)
	10	気温	<b>20(度)</b>
	11	大気安定度	<b>C</b>
	12	逆転層の有無	逆転層なし
漏出源状況	13	湿度	<b>50(%)</b>
	14	漏出源形状	タンク(水平) (直径 <b>1m</b> 、長さ <b>2m</b> )、 短いパイプ/バルブから流出
	15	流出量	流出量総計 <b>1,250kg</b>
	16	流出の継続性	流出は <b>1時間</b> 最大平均流出速度 <b>29.8kg/分</b>
	17	漏出源の位置	開口部の直径 <b>3cm</b> 開口部の高さ <b>20cm</b>
	18	地表の状況	地表タイプ 初期設定 地表温度 周囲と等しい 水たまりの最大直径 不明
	19	物質保存状態	内容物 液体 内部温度 <b>5(度)</b> 容量 <b>96%</b>

注) ここでは試算のため、純粋なフッ化水素を流出物質として想定した。

ツール上の画面では、以下の様なテキスト形式で入力した内容が表示される。(青字は入力したデータを記載。)また、計算後出力される情報(AEGL 値等の到達範囲や任意地点での最大濃度等)についても計算後に追記される。

○計算条件 (ALOHA テキストサマリ画面上の表記) -----

( [ ] 内の表記は他の選択項目の例を記載)

位置データ情報:

場所: 日本, 日本

建物 1 時間あたりの空気交換回数: 0.44 (囲まれている 1 階)

[1 階建ての建物、木や他の建物に囲まれている]

時間: 11 月 5, 2012 1056 時刻 ST (コンピュータの時刻を使用)

化学物質の情報:

警告: HYDROGEN FLUORIDE は水や水蒸気と反応します。

これは蒸発率と風下の分散に影響を及ぼします。

化学物質名: HYDROGEN FLUORIDE 分子量: 20.01 g/mol

AEGL-1(60 分): 1 ppm AEGL-2(60 分): 24 ppm AEGL-3(60 分): 44 ppm

IDLH: 30 ppm

周囲の沸点: 19.5 - C

外気温のもとでの蒸気圧: 1 atm 以上

周囲の飽和濃度: 1,000,000 ppm または 100.0%

大気の情報: (ユーザ指定)

風: 3 m/秒 から 0 - true 次の場所: 3 m [気象計測装置の地上高: 3m, 10m, 値入力]

地表の形状: 都市部または森林

雲量: 5 10 分の 1

気温: 20 - C

安定度: C

逆転層なし

相対湿度: 50%

漏出源の情報:

短いパイプ、バルブから [or 穴から] 漏出 水平タンク

非可燃性の化学物質がタンクから漏出中です

タンクの直径: 1 m

タンクの高さ: 2 m

タンクの容量: 1.57 立方 m

タンクの内容物は液体

内部温度: 5 - C

タンク内部の化学物質の質量: 1,499 キログラム

タンクは 96%

開口部の直径: 3 cm

開口部は **20 cm** タクの底から

地表のタイプ：地表タイプ 初期設定

地表温度：周囲と等しい（気温と同じ）

水たまりの最大直径：不明

流出時間：ALOHA-JP は期間を 1 時間に制限しました

最大平均流出速度： **29.8 kg/分**

（平均 1 分以上、もしくはそれ以上）

流出量総計： **1,250 kg**

注意： 化学物質は液体として漏出し蒸発中の水たまりを生成しました。

水たまりは次の直径まで広がります。 **11.0 m.**

-----（↓計算後に表示）-----

影響範囲：

実行モデル： ガウス

赤： **257 m** --- (**44 ppm = AEGL-3(60 分)**)

橙： **349 m** --- (**24 ppm = AEGL-2(60 分)**)

黄： **1.8 km** --- (**1 ppm = AEGL-1(60 分)**)

指定点における影響：

指定点での推定濃度：

風下： **100 m**

中心線を離れて： **0.0 m**

最大濃度：

屋外： **272 ppm**

-----

以下に出力される計算結果の例を図 4-2-4～図 4-2-9 に示す。なお、図・グラフで出力される項目は大気中への物質の流出速度（蒸発速度）、物質の拡散状況予測結果図、任意地点における物質の濃度変化の時系列である。

○計算条件（流出速度（蒸発速度））

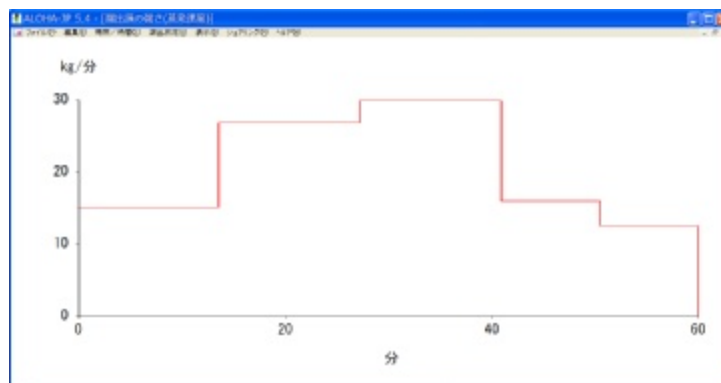


図 4-2-4 漏出源における化学物質の流出速度

○計算結果（拡散図）

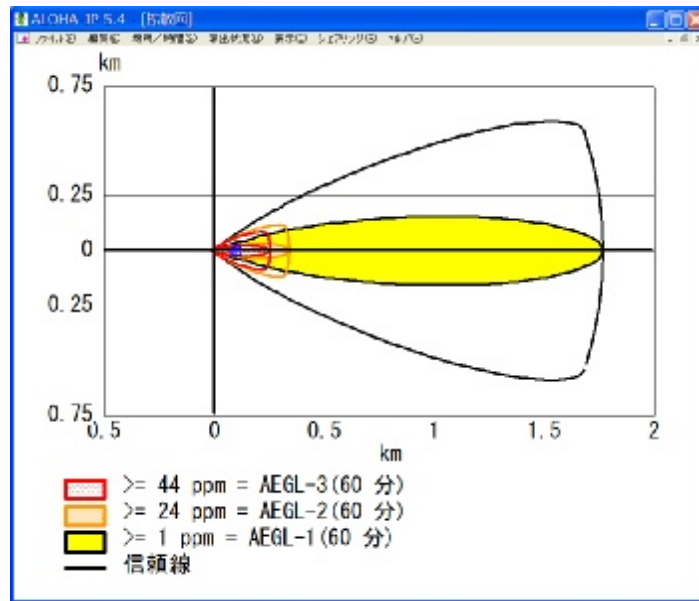


図 4 - 2 - 5 大気拡散状況予測結果

信頼線

風速や大気の安定度に依存する風向きの不確実性を考慮し、拡散エリアの両側に描かれている **2** 本の「風向きの信頼線」を指す。風向きの信頼線は、同じ状況下で汚染物質の蒸気がとどまっていると予測されるエリア（**95%**の信頼域）を囲む線であり、片方の信頼線側に偏った場合の拡散図の先端の軌跡を表している。

また、風速が低いほど風向きは変わりやすく、**2** 本の信頼線は離れていき、危険なエリアを限定できない状況になる。風速が非常に低い（約 **1m/s** 以下）場合は信頼線は円を描き、汚染物質がどの方向にも拡散する可能性があるということを表す。

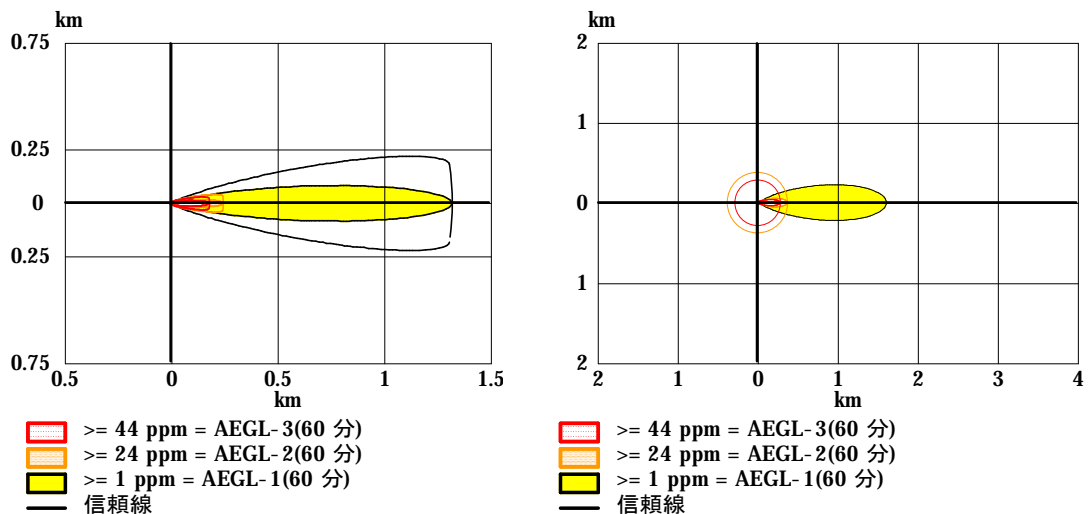


図 4 - 2 - 6 大気拡散状況予測結果（風速 10m/s（左）、風速 1m/s（右））



○計算結果（時系列）

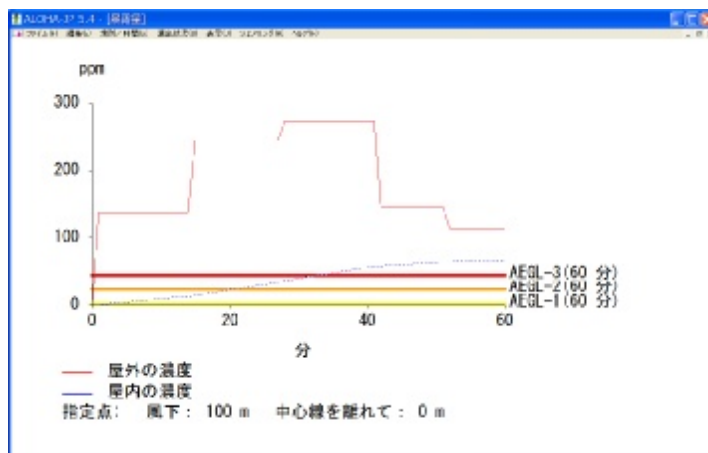


図 4-2-7 任意地点における物質濃度の時系列変化（風下 100m 地点）

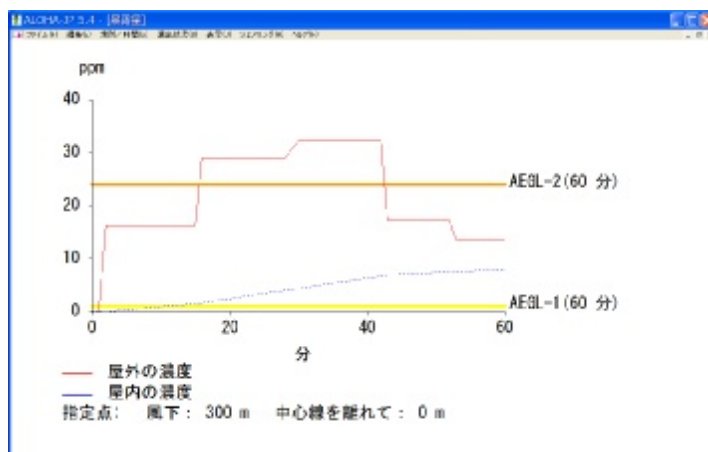


図 4-2-8 任意地点における物質濃度の時系列変化（風下 300m 地点）

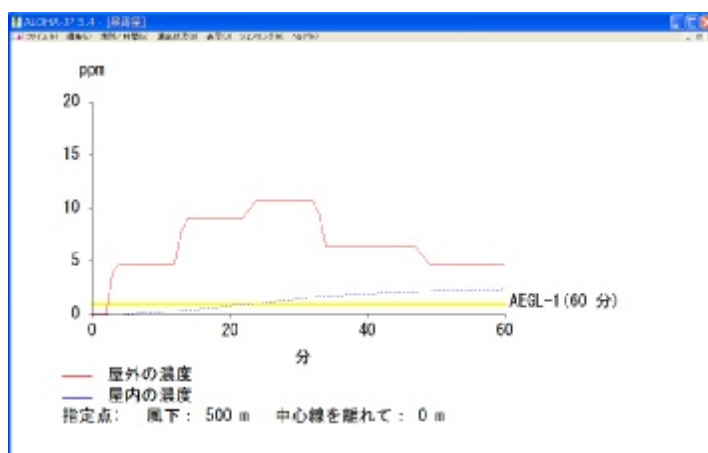


図 4-2-9 任意地点における物質濃度の時系列変化（風下 500m 地点）

## 2) 河川 AIST-SHANEL の適用検討

### ○モデルの概要

産総研－水系暴露解析モデル (**national institute of Advanced Industrial Science and Technology- Standardized Hydrology-based Assessment tool for chemical Exposure Load**: 通称 **AIST-SHANEL**)は、独立行政法人産業技術総合研究所 (AIST) が開発した、日本における河川流域の化学物質の暴露評価と対策評価のためのモデルであり、**1km×1km** メッシュ (**3次メッシュ**) 単位で月毎の河川流量、河川水中濃度、河川底泥濃度を推定することが可能である。

また、対象となる水系は全国 **109** の水系であり、本モデルで使用するバックグラウンドデータのうち、全ての水系の標高、人口、工業統計 (製造品出荷額)、土地利用、下水道普及率等の流域情報については、**3次メッシュ** 単位でモデルに内蔵されている。その詳細は表 4-2-9 に示す通りである。

下水道に関する処理区域や、下水処理場の位置や放流量に関する情報については **2005** 年 (平成 **17** 年) のデータを搭載している。

表 4-2-9 AIST-SHANEL に適用した流域情報

項目	資料名	発行機関名	データ年度
河川	国土数値情報 河川台帳 <b>KS-270</b>	国土交通省国土計画局国土情報整備室	<b>S.52</b>
	国土数値情報 流路位置 <b>KS-272</b>	国土交通省国土計画局国土情報整備室	<b>S.52</b>
流域界	国土数値情報 河川単位流域台帳 <b>KS-271</b>	国土交通省国土計画局国土情報整備室	<b>S.52</b>
	国土数値情報 流域界、非集水界線位置 <b>KS-273</b>	国土交通省国土計画局国土情報整備室	<b>S.52</b>
人口	地域メッシュ統計	(財)統計情報研究開発センター	<b>H.17</b>
従業員数	地域メッシュ統計	(財)統計情報研究開発センター	<b>H.17</b>
工業	工業統計メッシュデータ	経済統計情報センター	<b>H.15</b>
市区町村	市町村コード一覧表	(財)日本地図センター	<b>H.19</b>
標高	数値地図 <b>250m</b> メッシュ (標高)	(財)日本地図センター	<b>H.9</b>
土地利用	国土数値情報 土地利用 <b>3次メッシュ</b> データ	国土交通省国土計画局	<b>H.9</b>
表層地質	地域気象観測所一覧 (平成 <b>20</b> 年 <b>1</b> 月 <b>1</b> 日現在)	気象庁	<b>H.20</b>
流量観測	下流域流量観測地点: 水文水質データベース	国土交通省河川局	<b>H.14</b>
	上流域流量観測地点: ダム諸量データベース	国土交通省河川局	<b>H.17</b>
下水道	下水道普及人口: 下水道統計	(社)日本下水道協会	<b>H.17</b>
	下水処理水量: 下水道統計	(社)日本下水道協会	<b>H.17</b>
	下水道関連市区町村: 下水道統計	(社)日本下水道協会	<b>H.17</b>
	下水処理場所在地: 下水道年鑑 <b>2003</b> 年版、下水処理場データソフト <b>2003</b>	水道産業新聞社(編)、公共投資ジャーナル社	<b>H.17</b>

○モデルの詳細

メッシュ単位での排出量の推定

- 点源排出量は、届出事業所の所在地に対応した3次メッシュに届出排出量が入力される。(図4-2-11)  
 なお、災害時を想定した特定の事業所からの化学物質の流出量(排出量)の設定は、この点源排出量で設定を行い、流出時の予測とする。
- PRTRの対象業種を営む事業者からのすそ切り以下の届出外排出量は、ユーザーが業種別の全国排出量を入力し、製造品出荷額の3次メッシュデータでメッシュに割り振る。(図4-2-12)
- 非対象業種を営む事業者や家庭からの届出外排出量は、ユーザーが都道府県別排出量を入力し、人口や土地利用の3次メッシュデータを用いて下水道未整備区域のメッシュへ割り振る。(図4-2-13)
- 下水道への移動量については、各自治体が管轄する単独下水処理場や流域下水処理場へ処理水量で配分される。

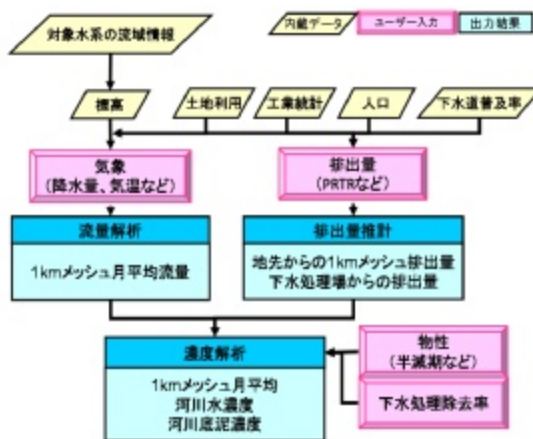


図4-2-10 AIST-SHANELの解析フロー

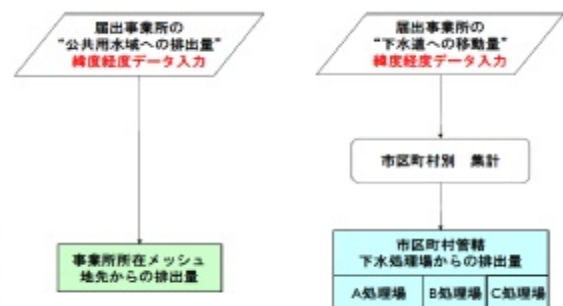


図4-2-11 PRTR点源排出量の推定方法

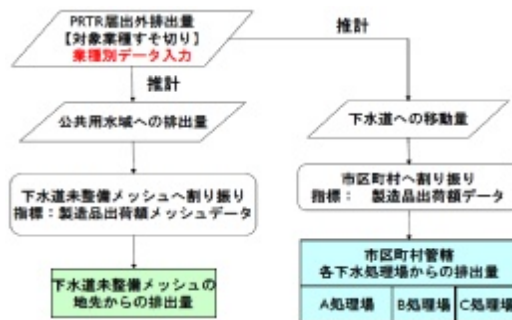


図4-2-12 PRTRすそ切り以下排出量の推定方法

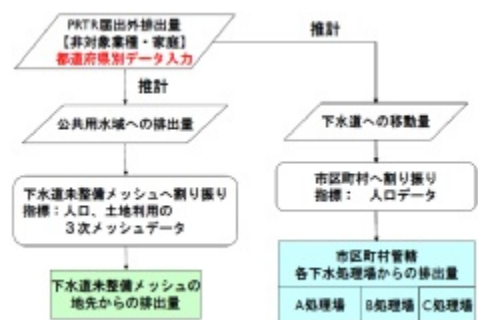


図4-2-13 PRTR非点源排出量の推定方法

(参考：(独)産業技術総合研究所、株式会社日水コン 産総研-水系曝露解析モデル(AIST-SHANEL)を用いた河川流量および未処理水と放流水の河川希釈率に関する検討)

## 河川流量の推定方法

河川流量の推定に用いる解析モデルは **Hydro-BEAM** (1998, 小尻ら) を基本としている。

**Hydro-BEAM** は平面方向に 3 次メッシュ、鉛直方向に多層型を用いて流域特性を擬似的な 3 次元として表現したものである。

### 主な特徴

全国の気象官署に基づき水系を **Thiessen** 分割し、3 次メッシュ毎に適用する気象官署を特定する。降水量、気温は標高により高度補正する。

地表面および A 層、河道には **kinematic wave** 法を適用する。地表面および A 層については畑地、山林、市街地、水田、水域の土地利用別に集中化する。

水田には複合タンクモデルを適用し、水管理方式を畦畔越流や畦畔横浸透に反映させる。

B~D 層には線形貯留モデルを適用する。各層が飽和水深に達した場合、溢水量は上層へ復帰流として回帰する。蒸発散量は A 層から差し引き、不足分は B 層から差し引く。

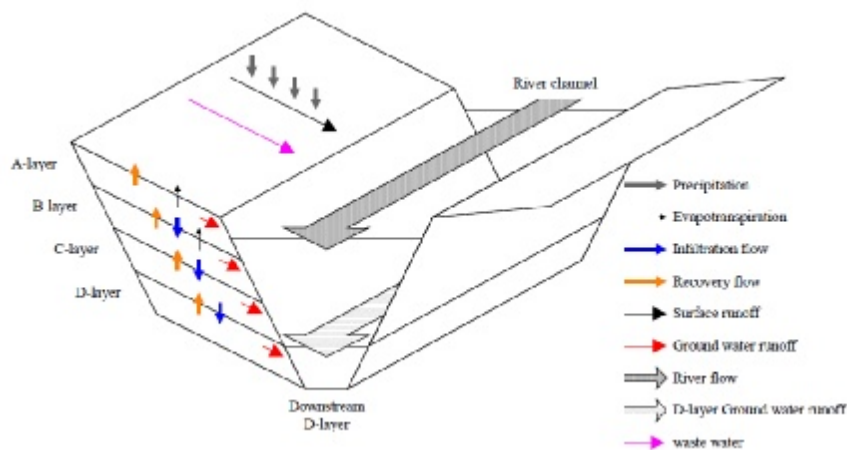


図 4-2-14 Hydro-BEAM の概念図

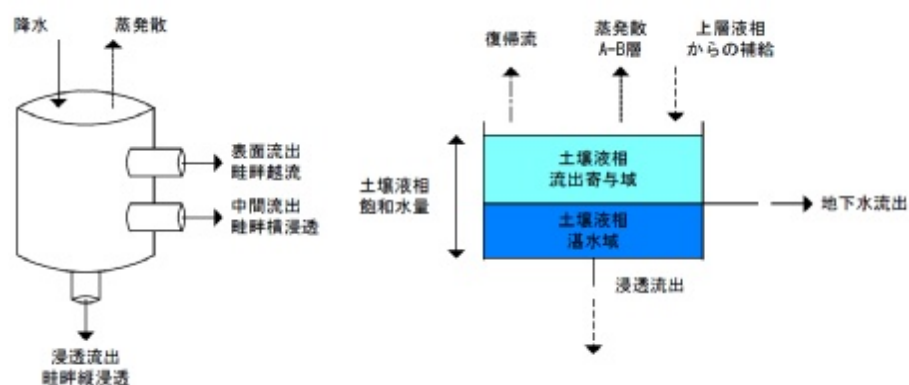


図 4-2-15 複合タンクモデルと線形貯留モデル

※ 水系内に存在する水管理施設であるダム貯水池や堰は考慮しない。

(水管理施設による河川の洪水調節や利水操作は表現できない。)

## 対象流域

全国 109 の 1 級水系を対象（大阪府域では淀川水系、大和川水系）



図 4 - 2 - 1 6 AIST-SHANEL の対象水系（109 水系）

## ○適用限界

- 化学反応は組み込まれていない。（河川流量による希釈、半減期等で計算する）
- 溶解限度についてはパラメータの設定（水溶解度）を行う。  
流出先から取水口の距離で対応可能かどうかは不明  
→流出した物質は **1km** メッシュの範囲で希釈される。（プルームが形成されるような汚染状況に適用することはできない。）
- 渇水時については、月別流量の最小値を用いた結果で渇水時相当の希釈率として使用できる。
- 大気と比べて水系の実測値は、地点、頻度ともに概して少ない。
- モデルの不確実性としては、分解速度などの情報が不足している。（河川の流量はおおよそ再現できている。）

○リスク評価に必要な情報

リスク評価にあたっては、ユーザー側が予測対象とした化学物質に関する情報として、表4-2-10に記載する内容の情報を用意し、設定する必要がある。

表4-2-10 入力に必要なデータの項目とその入手先

水質解析に用いる パラメータ	データ参照先	備考
蒸気圧 (Pa) 分子量 (g/mol) 水溶解度 (g/m <sup>3</sup> ) 有機炭素水分配係数 <b>Koc</b>	独立行政法人 製品評価技術基盤機構の 化学物質有害性評価書や初期リスク評価 書を参考にする。	有機炭素水分配係数 <b>Koc</b> は 化学物質有害性評価書等に 記載されている土壤吸着係 数 <b>Koc</b> と定義は同じである。
有機炭素水分配係数 <b>Koc</b>	中央環境審議会の答申資料に記載の水- オクタノール分配係数からの次式の換算 式を用いる。  <b>log Koc = 1.03 × log Kow - 0.61</b>  また、国土技術政策総合研究所の「水域 における化学物質リスクの総合管理に関 する研究」では、次式の換算式を用いて いる。  <b>Koc = 0.41 × Kow</b>	
土壤吸着係数 <b>Koc</b>	有害性評価書等の数値や化審法リスク評 価ガイダンスの推定式を用いる。  <b>log Koc = 0.544 × log Kow + 1.377</b>  <b>(William M. Meylan et.al (1992))</b>	
半減期 (日) (土壤液相半減期 土壤固相半減期 河川水半減期 河川底泥液相半減期 河川底泥固相半減期)	仮想的な値を入力する。 (もしくは独立行政法人 製品評価技術 基盤機構の化学物質有害性評価書や初期 リスク評価書を参考にする。)	半減期は主に微生物分解を 考慮するためのものであり、 揮発による濃度の減衰は蒸 気圧の入力で考慮されてい る。  本検討では、半減期を長く設 定し、物質が分解しないと仮 定して、安全側もしくはワー ストケースでの予測・評価を 行う。

また、リスク評価を行うシナリオに応じて、下記のデータを用意・設定する必要がある。

- 気象データ  
（内蔵されている気象データは **2005** 年のデータのみ）
- 点源排出量の情報  
（災害時を想定したリスク評価では、流出源の座標（緯度経度）と流出量、流出先（公共用水域、下水道）を設定する）  
緯度経度（世界測地系）、公共用水域への地点別届出排出量（**kg**／年）、下水道への地点別届出移動量（**kg**／年）

#### AIST-SHANEL を用いた水質解析の留意事項

本モデルでは、月毎の定常解析を行うことが本来の目的であるため、本事業における災害時に化学物質が多量に流出した際の予測を行うことは想定されていない。そのため、災害時の流出を想定した予測計算では、定常的に高濃度の化学物質が流出しているという仮定のもとで擬似的に対応することとなる。

また、以下の内容についてモデルで設定することが可能であるが、妥当性については検証されておらず、使用時には注意が必要である。

表 4-2-11 水質解析の計算について

内容	モデルにおける扱い	備考
定常解析の計算日数	設定（デフォルト）では <b>10</b> 日間	計算日数は定常解析を行うための設定（定常に達すると判断するまでの日数）であり、前の月の計算結果も反映されるため、本モデルでの計算結果は月ごとの定常解析の結果のみとなる。（計算日数の変更はできない。）
大量に流出した化学物質の扱い	水溶解度、吸着性（有機炭素水分配係数）の設定	水溶解度、吸着性（有機炭素水分配係数）の設定に応じて、底泥内への移行、懸濁物質への付着が行われる。 トリクロロエチレン等の水溶性の低い物質については妥当性の検討は行われていない。

## ○適用検討のための試計算の実施

### メッシュ情報の整理

モデルによりメッシュ上で出力される計算値がリスク評価に適用可能かどうかを検討するため、各メッシュのモデル上での扱い（本川、支川、その他）と取水口位置及び下水処理場位置の確認を行った。それぞれ淀川水系の大阪府域におけるメッシュ情報を図示したものを図4-2-17に、確認に用いた取水口位置の情報を表4-2-12に示す。なお、下水処理場位置はモデルに内蔵されているものであり、取水口位置は表の情報から3次メッシュの位置情報に変換し、整理している。

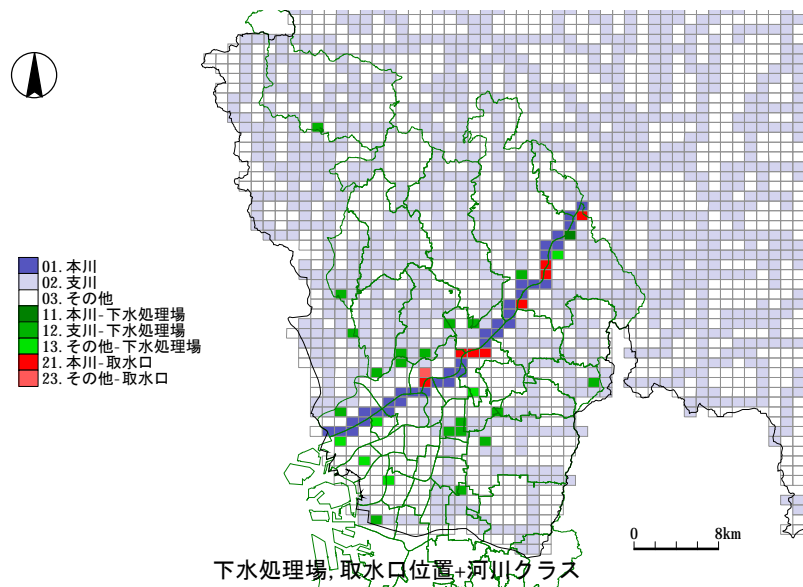


図4-2-17 淀川水系における河川クラスと大阪府内の下水処理場及び浄水場の取水口の位置



表4-2-12 淀川を水源とした大阪府内にある取水場の位置

事業主体	浄水場名	水源名	取水場所 <sup>注1)</sup>	住所
大阪広域水道 企業団	村野浄水場	淀川	磯島取水場	枚方市磯島北町 40-1
	庭窪浄水場	淀川		守口市大庭町 2 丁目 30-18
	三島浄水場 <sup>注2)</sup>	淀川	一津屋取水場	摂津市一津屋
大阪市	柴島浄水場	淀川		大阪市東淀川区柴島 3 丁目
		淀川	一津屋取水場	摂津市一津屋
	庭窪浄水場	淀川		守口市大日 4 丁目
		淀川		守口市大庭町 2 丁目 30-18
豊野浄水場	淀川	楠葉取水場	枚方市楠葉中之芝 1 丁目	
吹田市	泉浄水所	淀川	注3)	大阪市東淀川区菅原 1-1-50
枚方市	中宮浄水場	淀川	磯島取水場	枚方市磯島南町 11-1
寝屋川市	香里浄水場	淀川	木屋取水場	寝屋川市木屋元町 9-52
守口市	守口浄水場	淀川		守口市大庭町 2 丁目 30-18
阪神水道 企業団	猪名川浄水場	淀川	大道取水場	大阪市東淀川区大道南 2-9-20
	尼崎浄水場	淀川	淀川取水場	大阪市東淀川区西中島 2-1-27
尼崎市	神崎浄水場	淀川	柴島取水場	大阪市東淀川区東淡路 1 丁目
		淀川	一津屋取水場	摂津市一津屋
伊丹市	千僧浄水場	淀川	一津屋取水場	摂津市一津屋

注1) 記載がないものは浄水場内に取水施設があるため

注2) 組織的には庭窪浄水場の一組織

注3) 紀州製紙との共同取水口

また、モデル計算における淀川の河川流量の出力結果の例を図に示す。ここでは1月の流量を出力しており、図の表示では、河川（本川、支川）として扱われているメッシュのみ表示している。

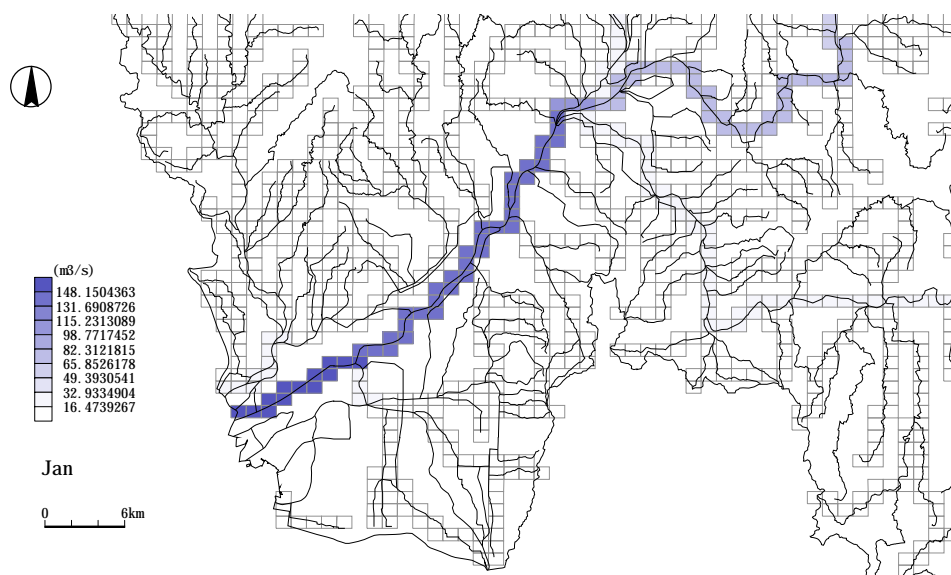


図4-2-18 淀川水系における本川、支川の流量の分布例

試算の結果

リスク評価の試行においては、淀川水系における大阪府内の上流（取水口より上流）の任意の地点において、化学物質が公共用水域に漏出した場合を想定し、AIST-SHANELを用いて河川水中の物質の最大到達濃度を試算した。

対象地点：大阪府枚方市内                      流出経路：天野川～淀川

対象物質：トリクロロエチレン              排出量：10kg/日

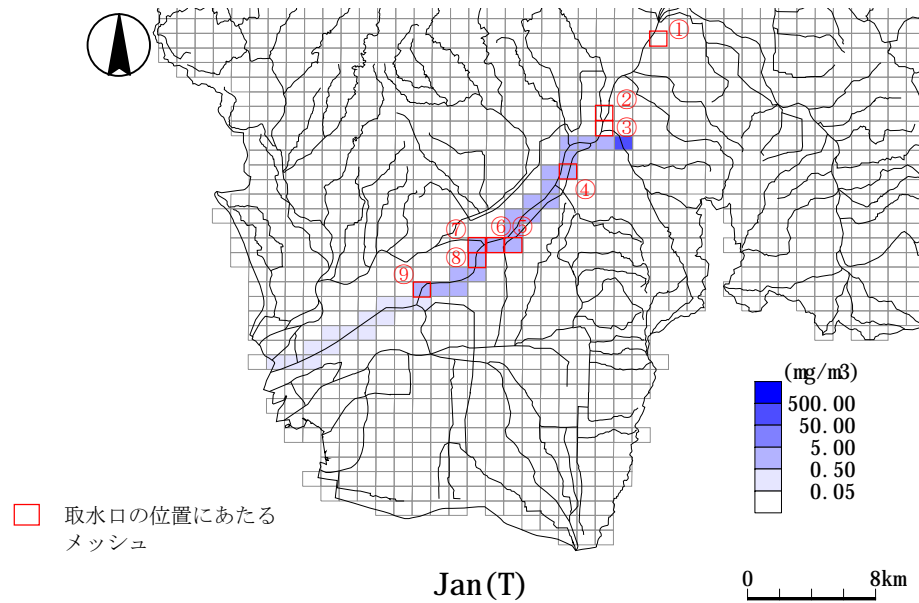


図4-2-19 点源排出量（公共用水域への排出量）による解析結果の濃度分布

表4-2-13 取水場所における河川水中の汚染物質濃度

取水口 番号	事業主体	浄水場名	取水場名	(フッ素及びその化合物)	
				物質の 最大到達濃度 (mg/m <sup>3</sup> )	水道水質基準値 (mg/m <sup>3</sup> )
①	大阪市	豊野浄水場	楠葉取水場	0	800
②	大阪広域水道企業団	村野浄水場	磯島取水場	0	
③	枚方市	中宮浄水場	磯島取水場	0.001	
④	寝屋川市	香里浄水場	木屋取水場	0.531	
⑤	大阪市	庭窪浄水場		0.530	
⑥	大阪広域水道企業団	庭窪浄水場		0.529	
	大阪市	庭窪浄水場			
	守口市	守口浄水場			
⑦	大阪広域水道企業団	三島浄水場	一津屋取水場	0.529	
	大阪市	柴島浄水場	一津屋取水場		
	尼崎市	神崎浄水場	一津屋取水場		
	伊丹市	千僧浄水場	一津屋取水場		
⑧	阪神水道企業団	猪名川浄水場	大道取水場	0.529	
⑨	大阪市	柴島浄水場		0.528	
	吹田市	泉浄水所			
	阪神水道企業団	尼崎浄水場	淀川取水場		
	尼崎市	神崎浄水場	柴島取水場		

### 3) 土壌 GERAS-3 の適用検討

#### ○モデルの概要

GERAS-3 で用いられている解析モデルの概要を以下に示す。

- ・ 計算は、表層土壌と帯水層に分けて行われる。
- ・ 表層土壌の計算は  $x$ - $z$  座標の鉛直方向の 2 次元座標系で計算を行い、帯水層では  $x$ - $y$  座標の水平方向の 2 次元座標系で計算を行う。  
図 4-2-15 に示すように帯水層モデルの上に汚染サイトの表層土壌部分をイメージしたブロックを配置し、擬似的な 3 次元モデルとして計算を行う。
- ・ デフォルトの計算領域は、以下のとおりである。(ただし本モデルでは、表層土壌の  $x$ - $y$  方向の領域は、帯水層において分割されたメッシュのうちの 1 メッシュ分が割り当てられる。)

帯水層  $L_{xa} \times L_{ya} \times L_{za} = 200m \times 200m \times 1m$

表層土壌  $L_{xs} \times L_{ys} \times L_{zs} = 10m \times 10m \times 2m$

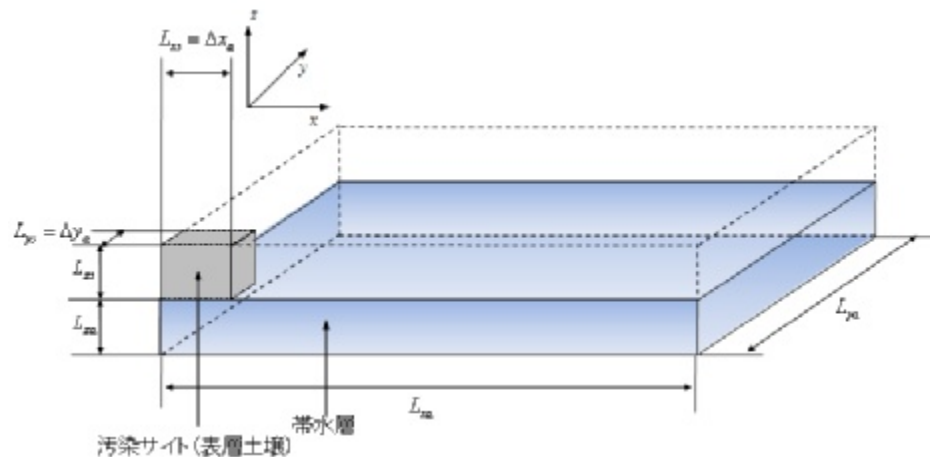


図 4-2-20 表層土壌から帯水層へ至る汚染物質の浸透現象のモデル化  
解析領域のイメージ図

(参考：独立行政法人 産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門 地圏環境リスク研究グループ  
地圏環境リスク評価システム詳細型モデル (GERAS-3) マニュアル)

○リスク評価に必要な情報

本モデルにおいて、予測計算を行う際に必要となる情報（入力データ）は表4-2-14のとおりである。なお、表4-2-14ではツールにデフォルトで記載されている値と、後述するツールの適用検討で使用した入力値を併記している。

また、ここでは記載していないが化学物質の物性値等の計算で使用する各物質のパラメータについてはモデルに内蔵されている。

表4-2-14 (1) 計算に必要な入力データ（デフォルト値、入力値）

1) 計算領域のスケール（汚染サイトの位置の設定）		デフォルト値	入力値
帯水層の X 方向の距離	次元：m	200	500
帯水層の Y 方向の距離	次元：m	200	500
帯水層の厚さ	次元：m	1	1
表層土壌の厚さ	次元：m	2	2
表層土壌の Y 方向の奥行き	次元：m	1	1
汚染サイト（廃棄物処分場）の X 方向の位置	次元：m	10	10
汚染サイト（廃棄物処分場）の Y 方向の位置	次元：m	10	10
廃棄物処分場の X 方向の距離	次元：m	100	100
廃棄物処分場の Y 方向の距離	次元：m	100	100
2) ブロック刻み、時間刻み、圧力方程式の解法の設定		デフォルト値	入力値
帯水層の X 方向のブロックの長さ	次元：m	10	10
帯水層の Y 方向のブロックの長さ	次元：m	10	10
表層土壌の X 方向のブロックの長さ	次元：m	0.5	0.2
表層土壌の Z 方向のブロックの長さ	次元：m	0.2	0.2
帯水層における流動計算のための時間刻み	次元：day	0.5	1
表層土壌における流動計算のための時間刻み	次元：day	0.1	0.1
表層土壌の流動計算における収束判定有り or 無し (有り：1、無し：2)			1
表層土壌における流動計算のための最小時間刻み	次元：sec	1	1
表層土壌の時間刻みの倍数		1.2	1.2
表層土壌の収束判定における時間刻みの除数		5	5
表層土壌における飽和率の和の許容誤差		0.02	0.02
帯水層における圧力方程式の解法 (通常のガウスの消去法：1、解析領域の分割解法：2)			2
表層土壌における圧力方程式の解法 (通常のガウスの消去法：1、解析領域の分割解法：2)			2
3) 温度・圧力条件の設定		デフォルト値	入力値
帯水層の初期圧力	次元：atm	1	1
帯水層の温度	次元：℃	15	15
表層土壌の初期圧力	次元：atm	1	1
表層土壌の温度	次元：℃	20	20
4) 絶対浸透率		デフォルト値	入力値
帯水層の X 方向の透水係数	次元：m/sec	8.520E-06	8.52E-06

表4-2-14 (2) 計算に必要な入力データ (デフォルト値、入力値)

帯水層の Y 方向の透水係数	次元 : m/sec	8.520E-06	8.52E-06
帯水層の X 方向の絶対浸透率	次元 : Darcy	1	1
帯水層の Y 方向の絶対浸透率	次元 : Darcy	1	1
表層土壌の X 方向の透水係数	次元 : m/sec	4.260E-07	4.26E-07
表層土壌の Z 方向の透水係数	次元 : m/sec	4.260E-07	4.26E-07
表層土壌の X 方向の絶対浸透率	次元 : Darcy	0.05	0.05
表層土壌の Z 方向の絶対浸透率	次元 : Darcy	0.05	0.05
帯水層の間隙比	無次元	0.6667	0.6667
帯水層の孔隙率	無次元	0.4	0.4
表層土壌の間隙比	無次元	0.6667	0.6667
表層土壌の孔隙率	無次元	0.4	0.5
帯水層を構成する砂粒子の平均粒径		2.E-04	0.0002
表層土壌を構成する粒子の平均粒径		1.E-04	0.0001
<b>5) 表層土壌の土粒子密度</b>		デフォルト値	入力値
表層土壌の土粒子密度	kg/m <sup>3</sup>	2600	2600
水および有機炭素を含む表層土壌の密度	kg/m <sup>3</sup>	520	520
表層土壌の pH		7	7
表層土壌の有機炭素含有率	無次元	0.15	0.15
表層土壌の含水比	無次元	0.1795	0.1795
表層土壌の初期水飽和率	無次元	0.7	0.7
<b>6) 汚染の種類</b>		デフォルト値	入力値
汚染の種類を選択 (油分(VOCs)を含む) : 1、重金属 : 2、油と重金属の両方 : 3)			1
油汚染浄化対策の設定			
汚染浄化の取り扱い(考慮せず : 1、考慮 : 2)			1
<b>9) 流入および気象条件の設定</b>		デフォルト値	入力値
地下水の動水勾配	次元 : m/m	3.72E-02	0.0372
地下水の見かけ流速	次元 : m/years	10	10
表層土壌への油の浸透レート	次元 : m <sup>3</sup> /days	0.1	0.5
油の排出期間	次元 : 年	5	5
年間の降水量	次元 : mm/year	1326.0	1000
風速	次元 : m/sec	2	2
<b>10) 計算期間</b>		デフォルト値	入力値
計算期間	次元 : 年	10	10
結果の出力時間 (結果を何日毎に出力するか)	次元 : 日	10	5
濃度の時間変化を出力させる X 方向の位置	次元 : m	50	10
濃度の時間変化を出力させる Y 方向の位置	次元 : m	50	10

※ 7)~8)では、汚染物質等の初期分布データの使用の有無や曝露量に関する設定を行うが、今回は対象としていないため省略している。

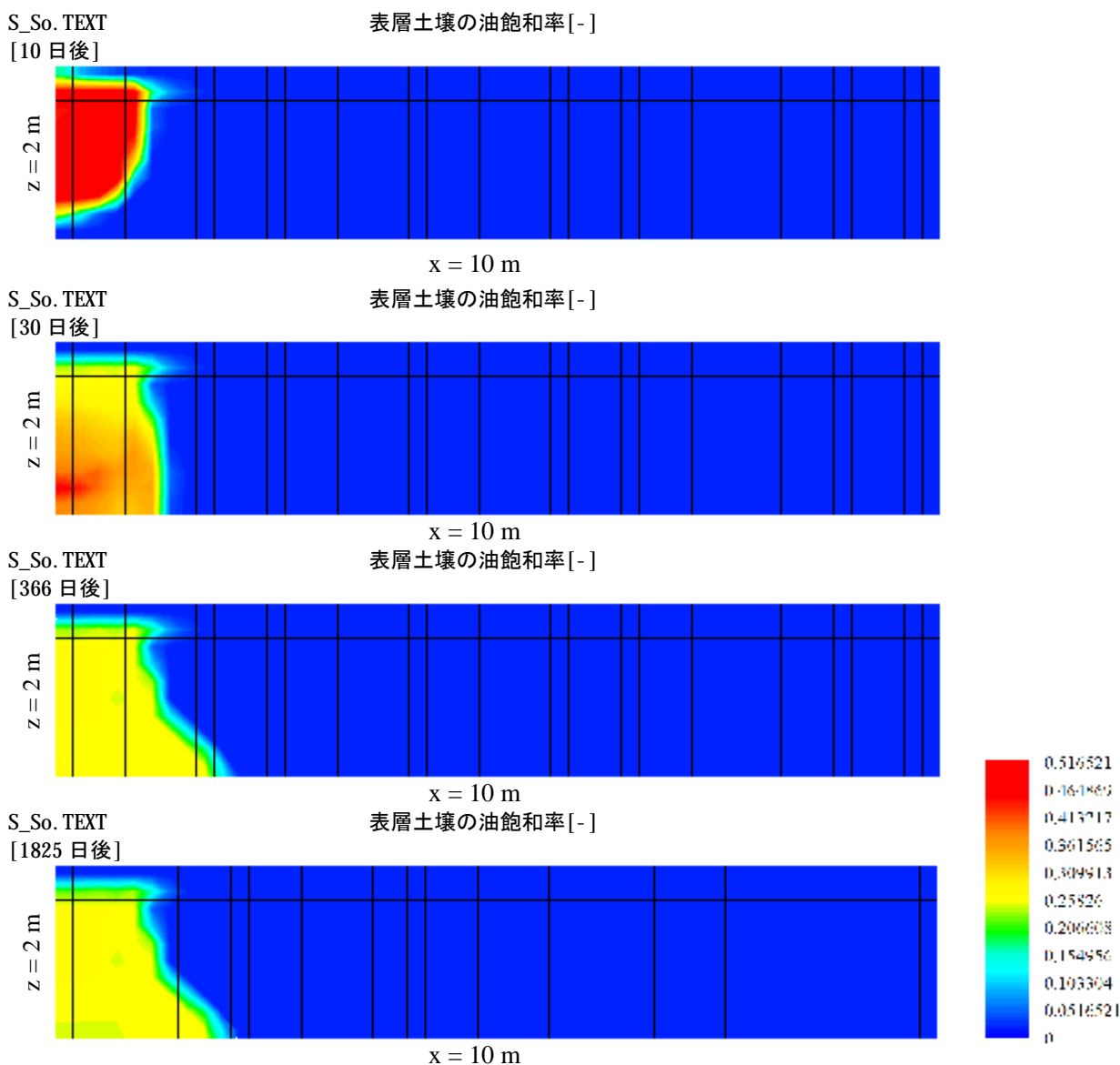
※ 「5) 表層土壌の土粒子密度」のうち、水および有機炭素を含む表層土壌の密度、表層土壌の pH、表層土壌の有機炭素含有率については計算で使用しない。(参照 : 地圏環境リスク評価システム詳細型モデル (GERAS-3) マニュアル)

○適用検討のための試計算の実施

本ツールを用いて災害時における化学物質の流出のリスク評価に適用可能かどうかを検討するため、試計算を行った。なお、計算に用いた入力パラメータ、計算条件は前述の表4-2-14のとおりである。以下に試計算の結果を示す。

試計算の結果（表層土壌）

計算条件（油種：テトラクロロエチレン，油の流入有り（流出期間：10日），揮発有り，表層土壌浸透率 0.050）

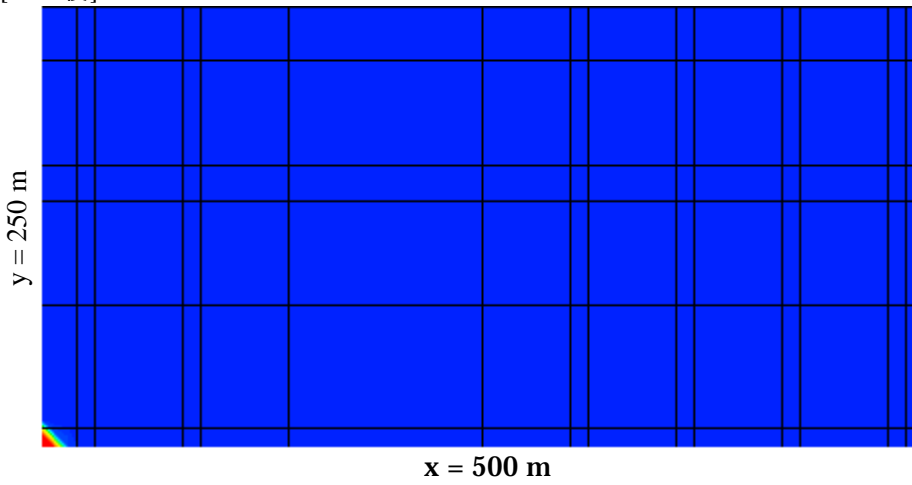


（上から，5日後，10日後，30日後，1年後，5年後）

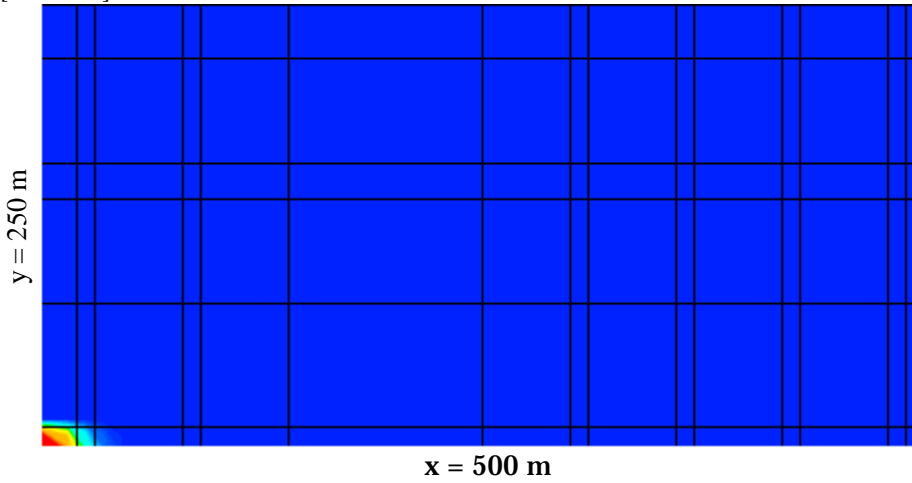
図4-2-21 表層土壌（鉛直断面）の油飽和率分布の経時変化

試算の結果（帯水層）

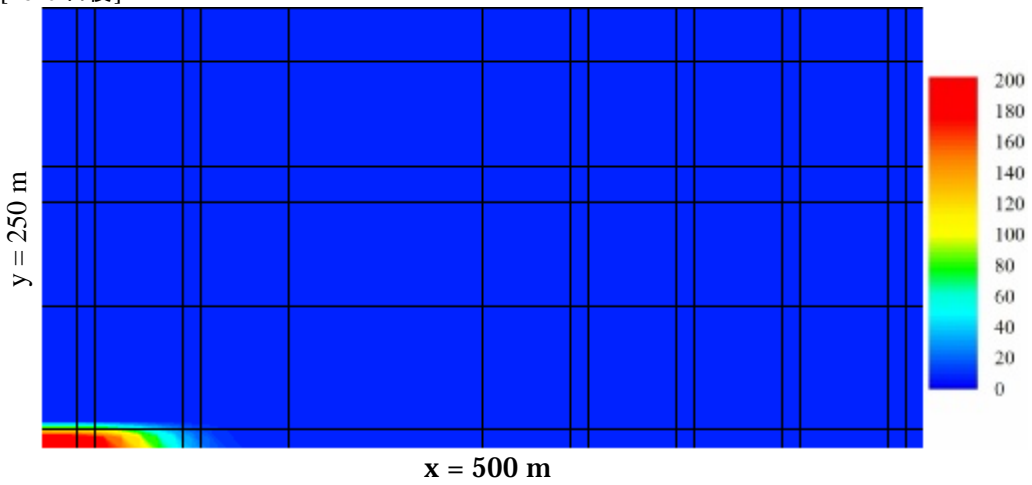
A\_Co. TEXT 帯水層における油成分 01 の水相中の濃度 [mg/L]  
[30 日後]



A\_Co. TEXT 帯水層における油成分 01 の水相中の濃度 [mg/L]  
[366 日後]



A\_Co. TEXT 帯水層における油成分 01 の水相中の濃度 [mg/L]  
[1829 日後]



(上から, 30 日後, 1 年後, 5 年後)

図 4-2-2 2 帯水層（水平断面）の油成分の水相中の濃度の経時変化

以上の計算結果により、**GERAS-3** を用いて土壌中の化学物質の汚染の拡がりを計算することが可能であることが確認された。

(参考)

なお、土壌の評価ツール **GERAS** にはバージョンにより異なる予測計算、評価を実施することができるが、以下の表 4-2-15 に示すように、災害時のリスク評価としては汚染物質の濃度分布が確認できること、非定常計算により濃度の時系列変化をみることができ、等から **GERAS-3** をリスク評価ツールとして選定した。

表 4-2-15 GERAS の各バージョンと評価内容

	GERAS-1, 2	GERAS-3
汚染物質の与え方	汚染範囲（直径）、汚染深さで与える。濃度は含有量 [mg/kg] または溶出値 [mg/L] で与える。	表層土壌の 1 メッシュに流入条件として与える。流入量は流入速度と流入期間で与える。または初期条件として濃度分布を配置しておく設定が可能。
評価対象	オンサイト、オフサイトの 2 地点	計算領域内の表層土壌、帯水層
評価項目	媒体中濃度、曝露量・曝露割合、リスク・浄化目標	媒体中濃度、リスク判定（地下水摂取に起因するリスク：経口の参照用量 <b>O-RfD</b> ）
計算条件	定常計算	非定常計算
アウトプット	数値（オンサイト、オフサイト）、帯水層の濃度グラフ（1 次元）、曝露年数グラフ、曝露量と曝露経路	表層土壌、帯水層における物質の濃度分布（2 次元、時系列）、濃度分布によるリスク判定、時系列変化のグラフ
備考	<b>Excel</b> で計算、グラフ化を行うツール。	地表面からの揮発の有無、降水量、土壌の掘削除去等を考慮することが可能。 複数の汚染物質を同時に計算できる。 計算結果はテキストファイルで出力される。
化学物質（有機化合物、重金属）	用意された化学物質を選択できるが、パラメータは閲覧できない。新たに物質を追加することも不可。	用意された化学物質を選択できる。また、物質のパラメータも閲覧・変更でき、追加もおそらく可能。



## 5 災害発生時におけるリスク評価の試行

### (1) 試行シナリオの選定

「4 災害発生時におけるリスク評価手法」で選定したリスク評価手法・ツールを用いて、大阪府内の事業所で、災害が発生した場合を想定してリスク評価の試行を行う。リスク評価は下記の業種の異なる5事業所を対象に実施した。

・化学工業、医療用機械器具医療用品製造業、金属製品製造業、電気機械器具製造業、洗濯業

試行シナリオ選定の考え方については図5-1-1に示すとおりである。

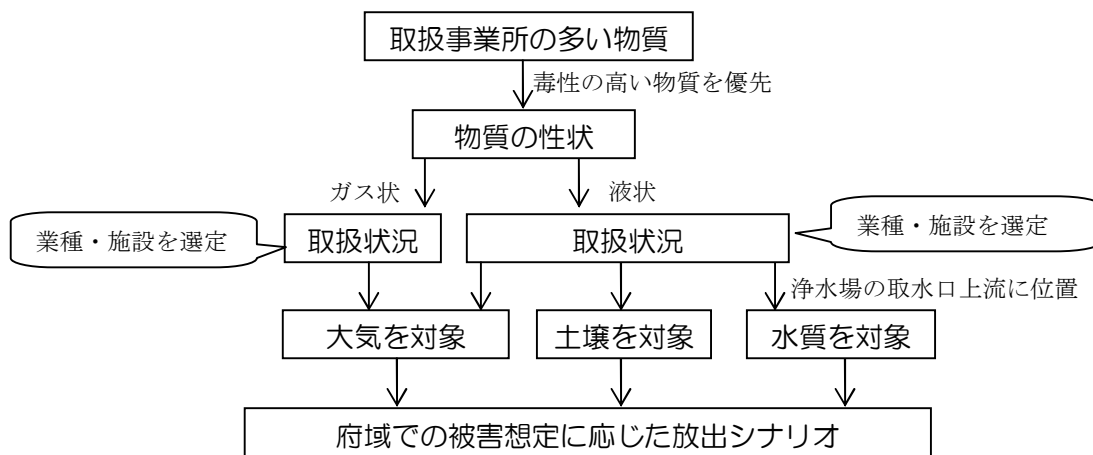


図5-1-1 シナリオ選定の考え方

#### ① リスク評価試行時のシナリオ設定方針

○リスク評価の施行時には、選定した業種や化学物質を基本に、被害状況の書面調査結果等で確認された化学物質の流出原因や流出のリスクがあった事象が発生するとし、防災対策の有無を含めた形で、災害時の漏洩・放出についての推奨シナリオを設定する。

○個々の設備における防災対策は、想定される地震等の発生頻度ではなく、起こり得る災害の大きさを考慮して決定する。そのため、地震・津波については南海トラフの被害想定がなされている中で最大規模の災害（府域では、最大、震度6強及び津波高さ5m）が生じるものとする。そしてこの想定が、被害状況調査で報告された化学物質の流出につながる事象のうち発生の多く見られた事象が確認された震度等を超える場合は、当該被害が発生するとしてリスク評価を実施する。

○P.20 に国による被害状況調査結果をまとめている。この中で主要な化学物質の流出事例としては、①地震・津波による配管等の破損、②地震・津波によるタンクからの流出、③

地震・津波による容器の流出等、が報告されている。府による被害状況の調査においてもこれらの設備の被害が報告されている。さらに製造施設の転倒等が、化学物質の流出リスクがある被害として報告されている。

- 国、府による状況調査では、上記の中で、配管の破損、及び容器自体の流出等が非常に多く確認されており、化学物質の流出リスクが特に高い事象と考えられる。容器の流出等については、単独での流出量は小さく、また流出した容器が堅牢性を保持していれば必ずしも内容物が漏洩するとは限らず、また流出場所が当該事業所と同じとは限らないため、本事業におけるリスク評価の対象とはしない。従って、本事業では災害時の化学物質の流出リスクが高い事象として、地震・津波による配管の破損を対象としたリスクの把握を行う。
- 国や府による被害状況調査結果で見られた中で、配管の破損は、震度6弱以下でも発生しており、南海トラフ巨大地震時にも十分起こりえると考えられる。津波についても、浸水深3mから配管の破断が発生しているが、大阪府域で浸水深が**3～5m**を超えると想定される地域が見られており、東日本大震災での実態に相当する被害が生じる可能性がある。
- 次の②で記載する仮定を踏まえて、今後大阪府化学物質適正管理指針におけるリスク評価の実施において、参考となるシナリオを設定する。(表5-3-1参照)

## ② リスク評価実施時の仮定

■地震が発生し配管が破断して緊急遮断弁がない場合、その配管とつながっているタンクの中の有害物質が、全量漏出すると仮定するのか、半分漏出すると仮定するのか。

⇒気体については全量漏出と仮定、液体については最下部にある配管の位置から上にあるタンクに保管された容量が漏出すると仮定する。なお本事業のリスク評価においては、国や府の調査で被害の発生やそれに伴う化学物質の流出・漏洩が多く確認された、破損した配管から化学物質が流出・漏洩するケースを対象とする。

■液状物質の漏洩が生じた場合、どのような割合で地下に浸透する、あるいは水系に流出すると考えるのか、漏出場所・経路が舗装されており、未舗装面と舗装面ではどう異なるのか。

⇒排水溝の設置状況や場内の勾配を考慮した上で、場外に化学物質が流出する可能性がある事業所では、舗装の有無を問わず施設からの水系への流出を評価する。

■津波による浸水が発生し配管の破断により液状物質の漏洩が生じた場合、漏出量はどこに移行していくと考えるのか。

⇒津波による液状物質の漏洩については、海域への放出になるため、リスク評価の対象としない。

■他の地域で地震が起こり、大きな津波のみが発生した場合はどうなるのか。

⇒リスク評価の対象とする。

(参考 事業者が実施するリスク評価とその対策の一例)

- 各事業所での南海トラフ巨大地震の想定被害（震度・津波高さ）を把握する。
- 化学物質取扱施設の耐震性が想定震度に対応していない、又は浸水津波高さが3 mを超える場合で、電源等インフラ喪失時に動作する緊急遮断弁等の設備がなく、大気又は上水源に当該化学物質が漏洩・流出するおそれがある際は、リスク評価を実施する。
  - ・化学物質の漏洩は配管の破断により発生するとする。
  - ・耐震性の確保されていない複数の配管が存在する場合、最も漏洩量が多くなる配管の破断が発生するケースで評価する。
  - ・例えば水質の場合、調整池が設置されているなど、漏洩した化学物質が場外に出るおそれがない場合は、リスク評価は不要とする。
- リスク評価の結果、周辺住民の重篤な健康リスクが発生する、また河川水中の物質濃度の上昇により、取水制限に至るリスクが発生し得る場合、リスク低減の対策を実施する。

## (2) リスク評価のための情報収集・整理

前章「4 災害発生時におけるリスク評価手法の検討」で選定したリスク評価手法・ツールで、リスク評価を行うために必要な情報を、大阪府内におけるヒアリング調査により収集した。

また、その結果を踏まえ、化学物質取扱設備、タンク・ポンプ等保管設備、配管等の位置や容量、使用温度・圧力等の化学物質設備に関する情報について、5 事業所（化学工業、医療用機械器具医療用品製造業、金属製品製造業、電気機械器具製造業、洗濯業）について整理を行い、試行シナリオに沿ってリスク評価に必要な情報の整理を行った。

## (3) リスク評価の試行

### ① 試行シナリオの設定

本事業におけるリスク評価では、化学物質の種類や施設の種類、評価媒体ごと、対策の有無や気象条件の違い等で異なるケースにおいて実施するものとした。

また、リスク評価の試行を行うシナリオについては、リスク評価のシナリオ設定方針とリスク評価実施時の仮定を踏まえ、(1)で整理したリスク評価のための情報収集の整理結果を基に設定を行い、表5-3-1に示すとおりとした。

表5-3-1 リスク評価の試行シナリオ

ケース	評価媒体	業種	被害想定	対象施設・設備	対象物質	計算条件	備考
1-1	大気	化学工業 金属製品製造業 電気機械器具製造業	保管タンクの配管が破断し、保管タンク+配管内の容量が漏洩	保管タンク(50m <sup>3</sup> ※) +配管(Φ40mm, L40m)	フッ化水素 (55%)	風速2m/s	対策なし
1-2						風速4m/s	
2-1	大気	化学工業 金属製品製造業 電気機械器具製造業	上記の際、緊急遮断弁が作動し、配管中の容量のみ漏洩	配管(Φ40mm, L40m)	フッ化水素 (55%)	風速2m/s	対策あり
2-2						風速4m/s	
3-1	大気	医療用機械器具医療用品 製造業	滅菌施設へガス封入中、配管が破断し、施設+配管+ポンペ 内の容量が流出	滅菌施設10m <sup>3</sup> +配管Φ10mm, L40m +保管ポンペ2本	エチレンオキシド (20%)	風速2m/s	対策なし
3-2						風速4m/s	
4-1	大気	医療用機械器具医療用品 製造業	上記の際、緊急遮断弁が作動し、配管中+ポンペ内の容量が 流出	配管Φ10mm, L40m +保管ポンペ2本	エチレンオキシド (20%)	風速2m/s	対策あり
4-2						風速4m/s	
5-1	大気	医療用機械器具医療用品 製造業	上記の際、緊急遮断弁が作動し、配管内の容量が流出	配管Φ10mm, L40m	エチレンオキシド (20%)	風速2m/s	対策あり
5-2						風速4m/s	
6-1	大気	金属製品製造業	加温で洗浄脱脂施設を使用中、再生槽につなぐ配管が破断し、 施設内の容量が流出	洗浄・脱脂施設(再生槽 150L)	トリクロロエチレン	風速2m/s	対策なし 加温80℃
6-2						風速4m/s	
7-1	水質	化学工業 金属製品製造業 電気機械器具製造業	保管タンクの配管が破断し、保管タンク+配管内の容量が漏洩	保管タンク(50m <sup>3</sup> ) +配管(Φ40mm, L40m)	フッ化水素 (55%)	1日での流出	対策なし
7-2						1時間での流出	
8-1	水質	化学工業 金属製品製造業 電気機械器具製造業	上記の際、緊急遮断弁が作動し配管中の容量のみ漏洩	配管(Φ40mm, L40m)	フッ化水素 (55%)	1日での流出	対策あり
8-2						1時間での流出	
9-1	水質	金属製品製造業	洗浄脱脂施設を使用中、再生槽につなぐ配管が破断し、施設内 の容量が流出	洗浄・脱脂施設(再生槽 150L)	トリクロロエチレン	1日での流出	対策なし
9-2						1時間での流出	
10-1	土壌	化学工業 金属製品製造業 電気機械器具製造業	保管タンクの配管が破断し、保管タンク+配管内の容量が漏洩	保管タンク(50m <sup>3</sup> )	フッ化水素	土壌への吸着あり	対策なし
10-2						土壌への吸着なし	
11-1	土壌	洗濯業	洗浄施設を使用中、再生槽につなぐ配管が破断し、施設内の容 量が流出	洗浄施設(150L)	テトラクロロエチレン		対策なし

※ 保管タンクの充填率は80%とする。

大気の基本条件： 風速は2, 4m/s(府の大気常時監視の測定値で、府域の月ごと平均値は概ね2~4m/sの範囲内に入っているため。)

風向きは海からの風を想定し西向き(270度)、気温:33.8℃(大阪気象台8月上旬 最高気温の平年値)、湿度:66%、その他はツールのデフォルト値  
施設は全て屋外にあるという想定で評価

水質の基本条件： 想定流出地点:大阪府北部にある公共施設、 流出経路:淀川支流~淀川の取水口、 流量:渇水期である1月の平均流量

土壌の基本条件： ツールのデフォルト値

## ② リスク評価の試行結果

表5-3-1に示した各々のケースにおけるリスク評価の試行シナリオについて、以下の事項について試行結果をまとめる。

- ・評価条件
- ・評価対象物質、評価媒体
- ・評価結果（事業所周辺での濃度予測結果、又は健康リスクの生じる範囲の予測結果）

### 1) 大気 CAMEO-ALOHA によるリスク評価の試行結果

本事業のリスク評価の試行では、府域での取扱状況のヒアリング結果等を参考に下記の数値を統一的に用いることとする。

#### ○大気の場合

- ・ 風速：**2, 4m/s**
- ・ 風向き：海からの風を想定、西向き（**270度**）
- ・ 気温：**33.8℃**（大阪気象台8月上旬 最高気温の平年値）、湿度：**66%**、  
日時：**2012年8月1日12:00**  
その他はデフォルト値を使用

本試行では、屋外に設置されている化学工業+金属製品製造施設、及び医療用品製造施設において、化学物質が漏出した場合を想定し、CAMEO-ALOHAを用いて大気中における周辺の物質濃度及び健康リスクを試算した。

なお、大気を評価対象としてリスク評価を試行したシナリオは表5-3-1に記載のケースのうち、ケース1-1からケース6-2までである。

※ 本試行におけるアウトプットのうち、大気中への物質の拡散範囲を示した図については、到達し得る最大の物質濃度でAEGL値等の評価基準を超える範囲を図示したものである。

○フッ化水素酸の流出を想定したリスク評価

◆リスク評価に用いた情報

■ケース 1-1, 1-2, 2-1, 2-2 (内陸、8月、化学工業+金属製品製造業+電気機械器具製造業、保管タンク、フッ化水素、大気)

- ・屋外タンクに保管 (タンク形状垂直)
- ・保管タンク容量: **50m<sup>3</sup>** (80%の充填) (接続する配管より上の容量が流出すると仮定 (タンク容量の約 7 割))、高さ: **4.5m**
- ・保管タンクに接続している配管 長さ: **40m**、直径: **40mm**
- ・フッ化水素濃度: **55%**
- ・圧力: **0.1MPa**、状態: 液体、温度: 気温と同じ
- ・保管タンクの配管が破断し、保管タンク+配管内の容量が漏洩 (ケース 1)、緊急遮断弁が作動し配管中の容量のみ漏洩 (ケース 2) で評価

表 5-3-2 大気計算パラメータ

大項目	No	項目	試算の入力値
場所/時間	1	場所	日本
	2	建物の種類	1階建のビル
	3	日時	2012年8月1日 12:00
漏出化学物質	4	化学物質種類	HYDROFLUORIC ACID (フッ化水素酸)
大気の状態	5	風速	2, 4(m/s)
	6	風向き	270(度) (風向: 西)
	7	気象計測地上高	3(m)
	8	地表の形状	都市部または森林
	9	雲量	やや曇り(雲量 5)
	10	気温	33.8(度)
	11	大気安定度	C, D (中立)
	12	逆転層の有無	逆転層なし
	13	湿度	66(%)
漏出源状況	14	漏出源形状	タンク(垂直)(容量 50m <sup>3</sup> 、高さ 4.5m)から約 7 割内容物が流出したとし、水たまりとして計算
	15	流出量	タンク内でバルブ位置より上の保管量が流出 (34.4m <sup>3</sup> )
	16	流出(蒸発)の継続性	流出(蒸発)は 1 時間 最大平均流出(蒸発)速度
	17	漏出源の位置	—
	18	地表の状況	地表タイプ 初期設定 (デフォルト値) 地表温度 周囲と等しい 水たまりの最大直径* 93m, 3.5m (流出量に応じて入力可能な最大値を入力)
19	物質保存状態	内容物 液体 内部温度 気温と同じ(度) 容量 80%	

※ 水たまりの最大直径は、本来のリスク評価では敷地の面積や防液堤内の面積等を入力する必要があるが、ここでは Worst Case を想定した安全側の評価として最大値を入力した。

◆リスク評価の試行結果

■ケース 1-1 (保管タンクの配管が破断し、保管タンク+配管内の容量が漏洩 (流出量 34.4m<sup>3</sup>、水たまり直径 93m)、風速 2m/s)

○流出速度 (蒸発速度)

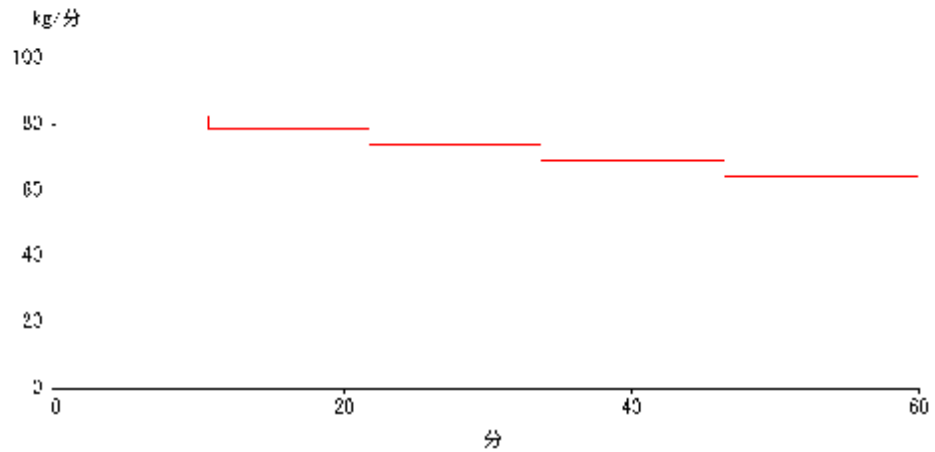


図 5-3-1 漏出源における化学物質の流出速度

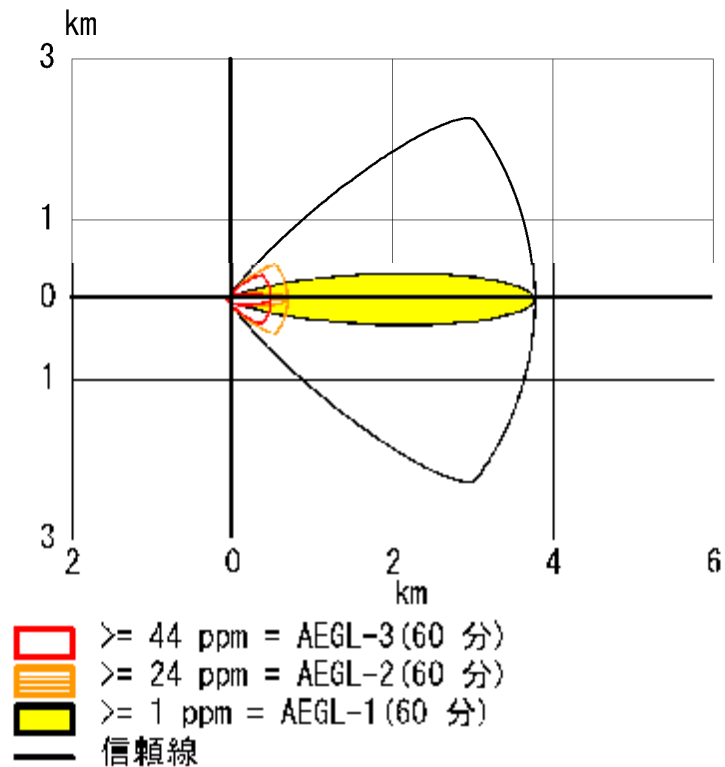


図 5-3-2 大気拡散状況予測結果



■ケース 1-1 (保管タンクの配管が破断し、保管タンク+配管内の容量が漏洩 (流出量 34.4m<sup>3</sup>、水たまり直径 93m)、風速 2m/s)

○計算結果 (時系列)

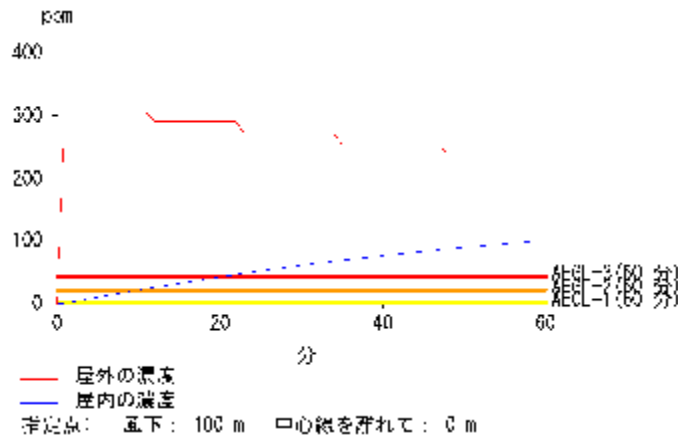


図 5-3-3 任意地点における物質濃度の時系列変化 (風下 100m 地点)

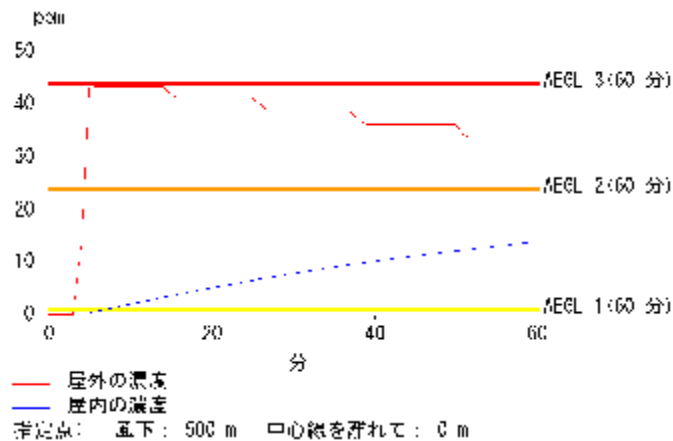


図 5-3-4 任意地点における物質濃度の時系列変化 (風下 500m 地点)

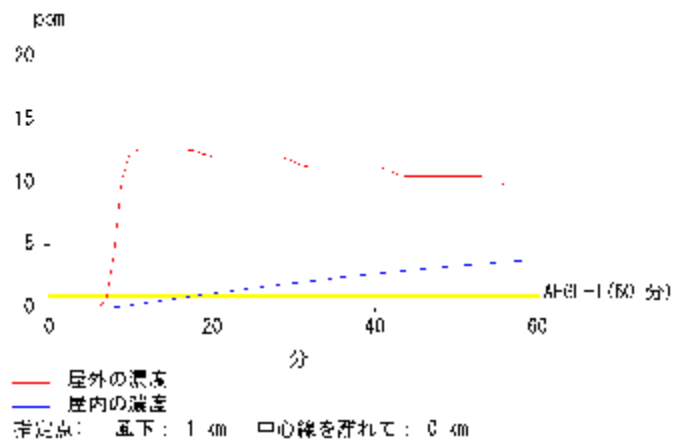


図 5-3-5 任意地点における物質濃度の時系列変化 (風下 1km 地点)

■ケース 1-2 (保管タンクの配管が破断し、保管タンク+配管内の容量が漏洩 (流出量 34.4m<sup>3</sup>、水たまり直径 93m)、風速 4m/s)

○流出速度 (蒸発速度)

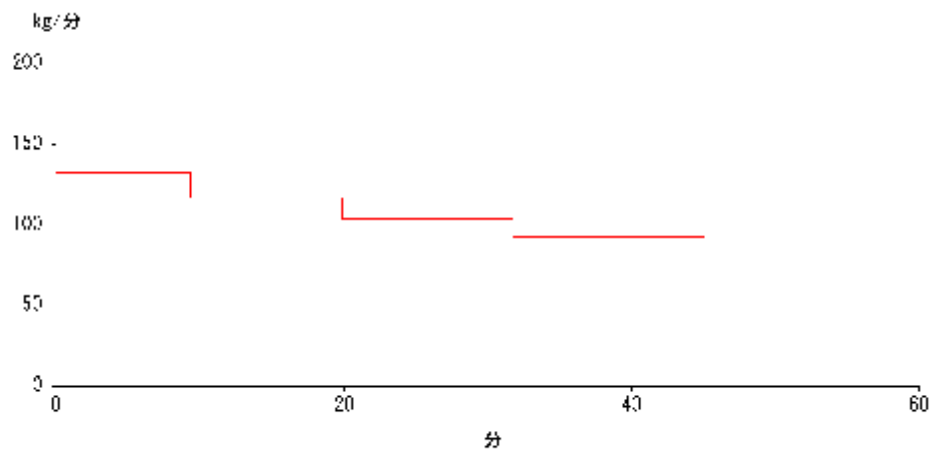


図 5-3-6 漏出源における化学物質の流出速度

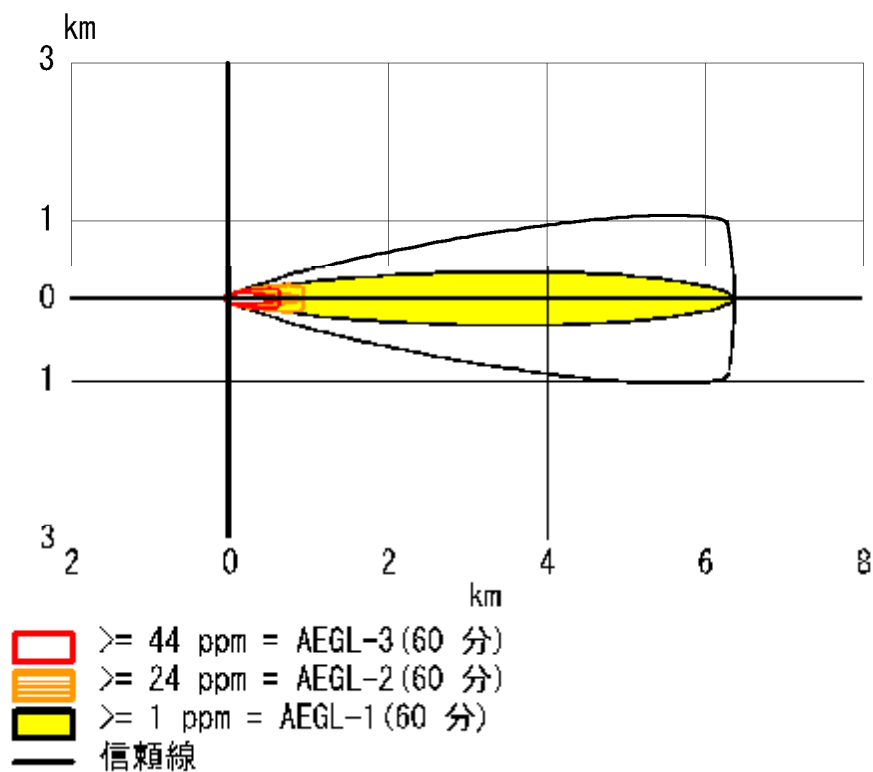


図 5-3-7 大気拡散状況予測結果

■ケース 1-2 (保管タンクの配管が破断し、保管タンク+配管内の容量が漏洩 (流出量 34.4m<sup>3</sup>、水たまり直径 93m)、風速 4m/s)

○計算結果 (時系列)

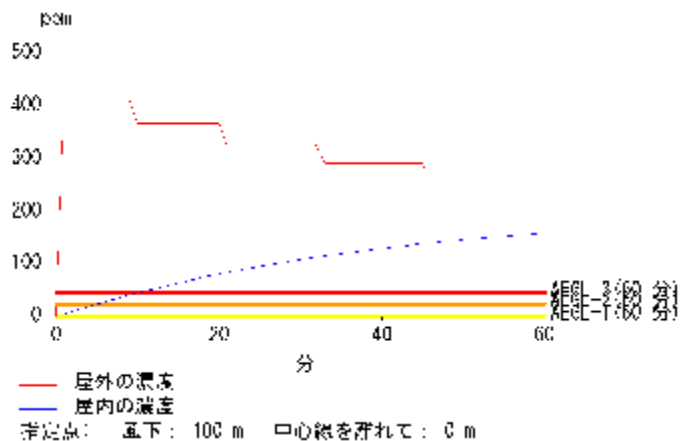


図 5-3-8 任意地点における物質濃度の時系列変化 (風下 100m 地点)

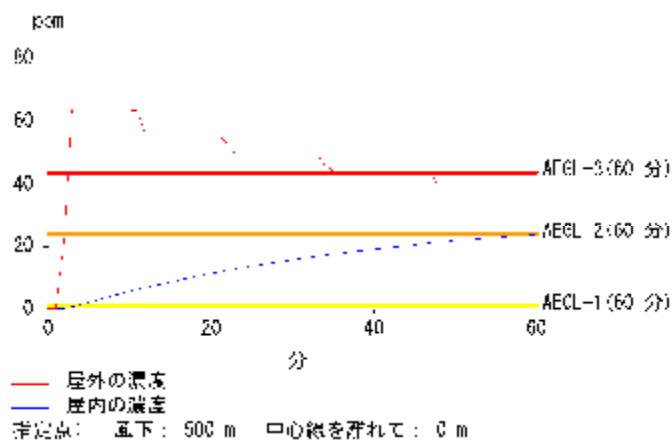


図 5-3-9 任意地点における物質濃度の時系列変化 (風下 500m 地点)

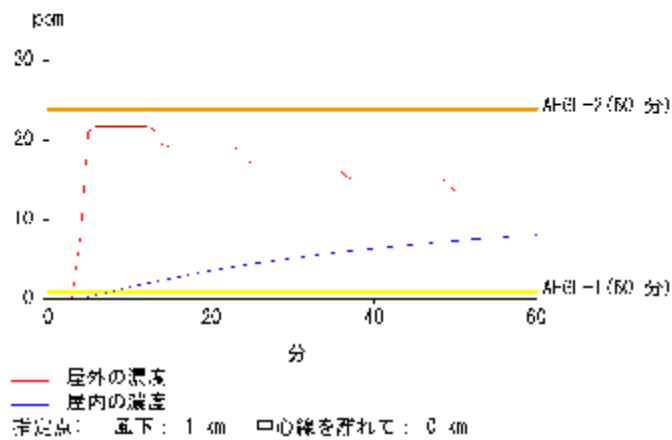


図 5-3-10 任意地点における物質濃度の時系列変化 (風下 1km 地点)

■ケース 2-1 (緊急遮断弁が作動し配管中の容量のみ漏洩 (流出量 0.05m<sup>3</sup>、水たまり直径 3.5m)、風速 2m/s)

○流出速度 (蒸発速度)

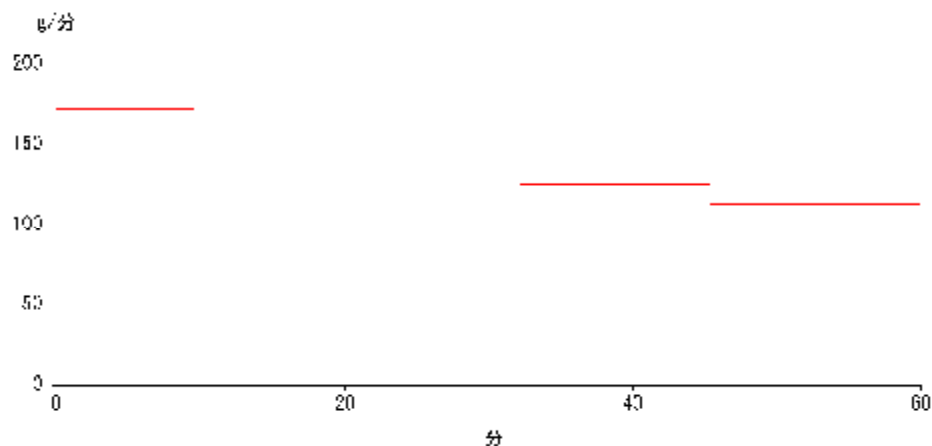


図 5-3-1-1 漏出源における化学物質の流出速度

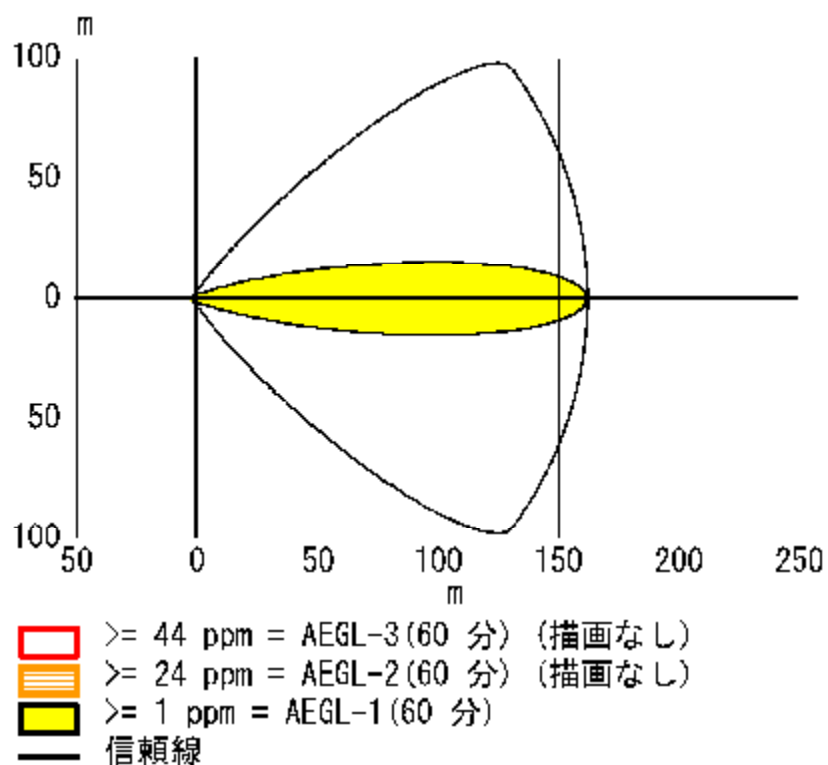


図 5-3-1-2 大気拡散状況予測結果

注) AEGL-2、AEGL-3 の拡散範囲は流出源近傍であるため、拡散図は表示されていない。

■ケース 2-1 (緊急遮断弁が作動し配管中の容量のみ漏洩 (流出量  $0.05\text{m}^3$ 、水たまり直径  $3.5\text{m}$ )、風速  $2\text{m/s}$ )

○計算結果 (時系列)

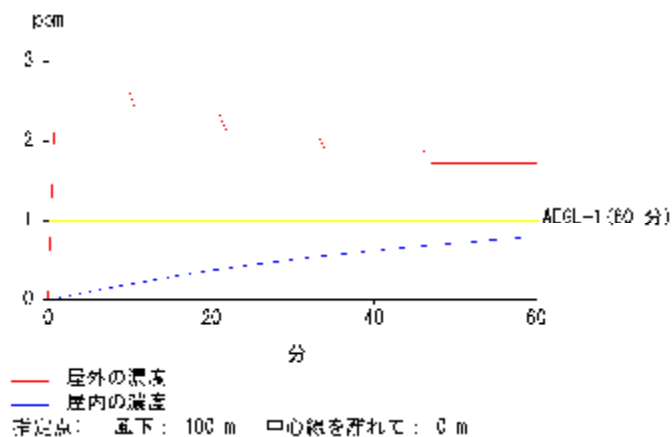


図 5-3-1-3 任意地点における物質濃度の時系列変化 (風下  $100\text{m}$  地点)

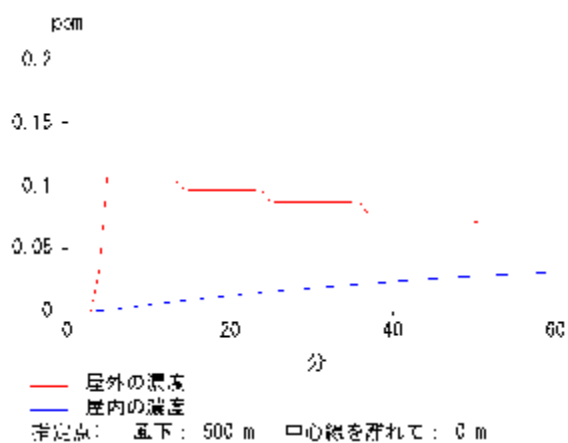


図 5-3-1-4 任意地点における物質濃度の時系列変化 (風下  $500\text{m}$  地点)

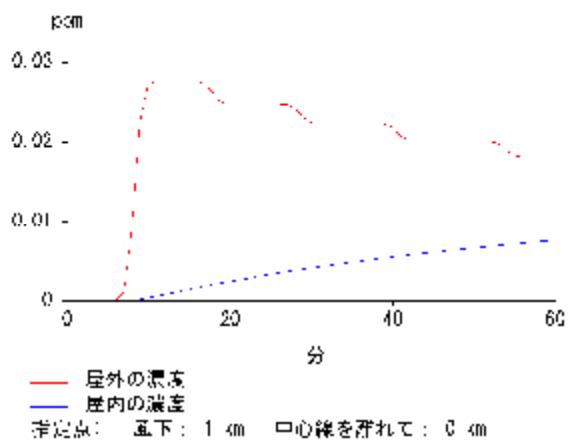


図 5-3-1-5 任意地点における物質濃度の時系列変化 (風下  $1\text{km}$  地点)

■ケース 2-2 (緊急遮断弁が作動し配管中の容量のみ漏洩 (流出量 0.05m<sup>3</sup>、水たまり直径 3.5m)、風速 4m/s)

○流出速度 (蒸発速度)

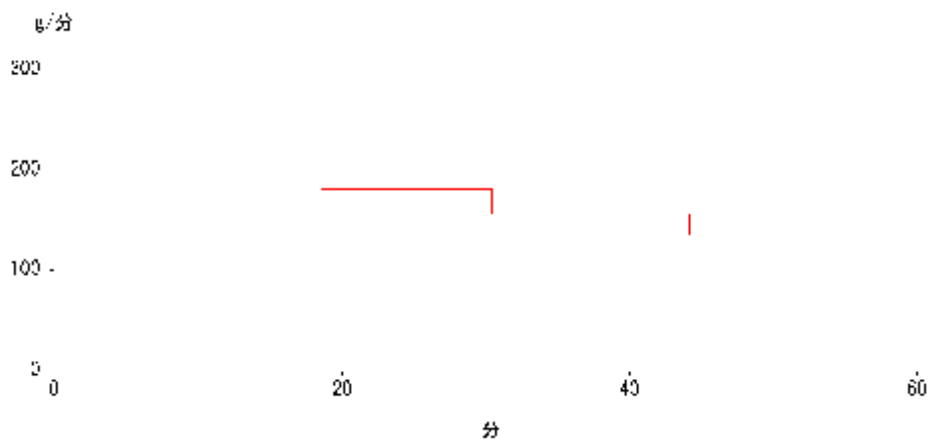


図 5-3-16 漏出源における化学物質の流出速度

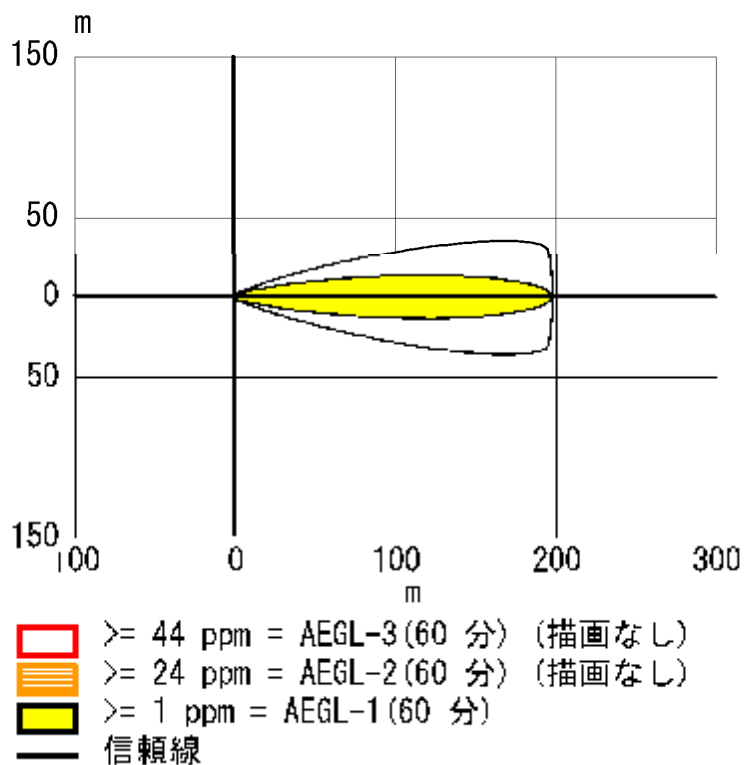


図 5-3-17 大気拡散状況予測結果

注) AEGL-2、AEGL-3 の拡散範囲は流出源近傍であるため、拡散図は表示されていない。

■ケース 2-2 (緊急遮断弁が作動し配管中の容量のみ漏洩 (流出量 0.05m<sup>3</sup>、水たまり直径 3.5m)、風速 4m/s)

○計算結果 (時系列)

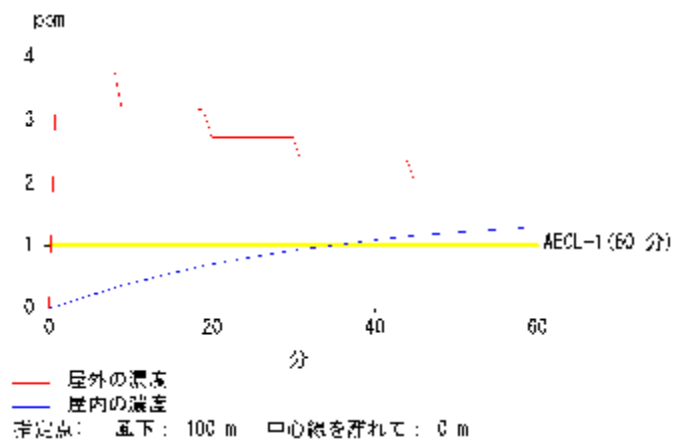


図 5-3-18 任意地点における物質濃度の時系列変化 (風下 100m 地点)

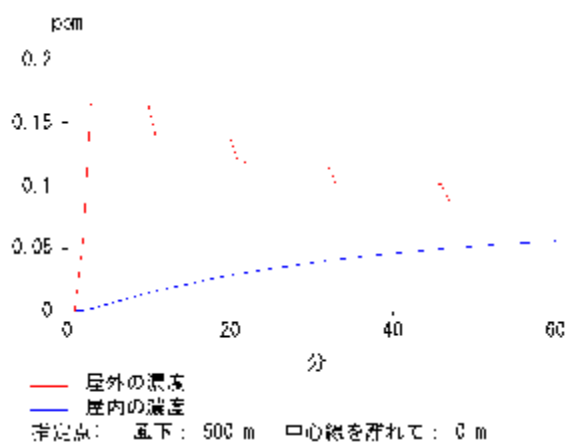


図 5-3-19 任意地点における物質濃度の時系列変化 (風下 500m 地点)

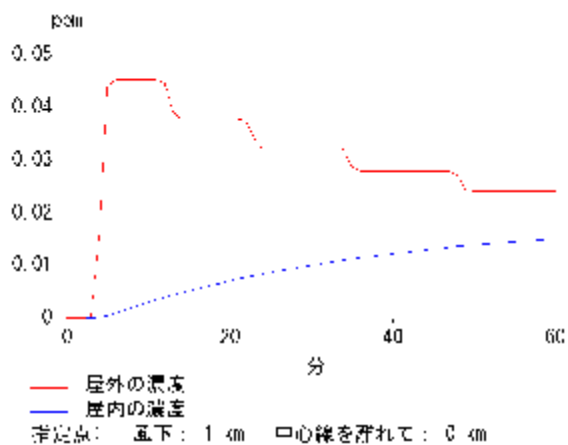


図 5-3-20 任意地点における物質濃度の時系列変化 (風下 1km 地点)

○エチレンオキシドの流出を想定したリスク評価

◆リスク評価に用いた情報

■ケース 3-1, 3-2, 4-1, 4-2, 5-1, 5-2 (内陸、8月、医療用機械器具医療用品製造業、滅菌施設、エチレンオキシド、大気)

- ・反応釜で滅菌工程を実施 (10m<sup>3</sup>)
- ・保管ポンベ容量 : 30kg (エチレンオキシド 20%)  
保管ポンベに接続している配管 長さ : 40m、直径 : 10mm
- ・圧力 : 0.1MPa、状態 : 気体、温度 : 気温と同じ (33.8°C)
- ・滅菌施設 (反応釜) 10m<sup>3</sup>+配管+保管ポンベ 2 本から流出 (ケース 3-1, 3-2)、配管+保管ポンベ 2 本から流出 (ケース 4-1, 4-2)、配管から流出 (緊急遮断弁ありで配管分のみ) (ケース 5-1, 5-2) で評価

表 5-3-3 大気計算パラメータ

大項目	No	項目	試算の入力値
場所/時間	1	場所	日本
	2	建物の種類	1階建のビル
	3	日時	2012年8月1日 12:00
漏出化学物質	4	化学物質種類	ETHYLENE OXIDE (エチレンオキシド)
大気の状態	5	風速	2, 4(m/s)
	6	風向き	270(度) (風向: 西)
	7	気象計測地上高	3(m)
	8	地表の形状	都市部または森林
	9	雲量	やや曇り(雲量 5)
	10	気温	33.8(度)
	11	大気安定度	B, C (中立)
	12	逆転層の有無	逆転層なし
	13	湿度	66(%)
漏出源状況	14	漏出源形状	滅菌施設及び保管ポンベから継続的に流出したとして計算 (直接入力)
	15	流出量	ケース 3 (21kg)、ケース 4 (12kg)、ケース 5 (0.013kg)
	16	流出の継続性	20分間 (継続的)
	17	漏出源の位置	—
	18	地表の状況	地表タイプ 初期設定 地表温度 周囲と等しい
	19	物質保存状態	内容物 気体 内部温度 気温と同じ(度)



◆リスク評価の試行結果

■ケース 3-1 (滅菌施設(反応釜)10m<sup>3</sup>+配管+保管ポンベ 2 本から流出(流出量 21kg)、風速 2m/s)

○流出速度 (蒸発速度)

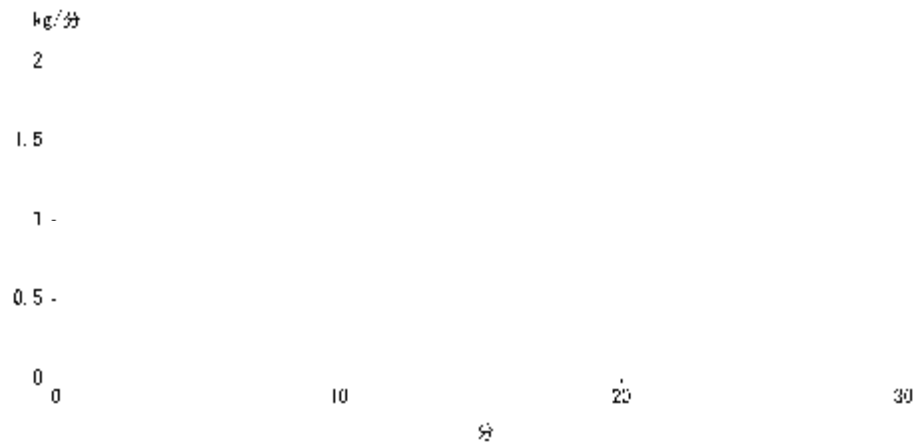


図 5-3-2 1 漏出源における化学物質の流出速度

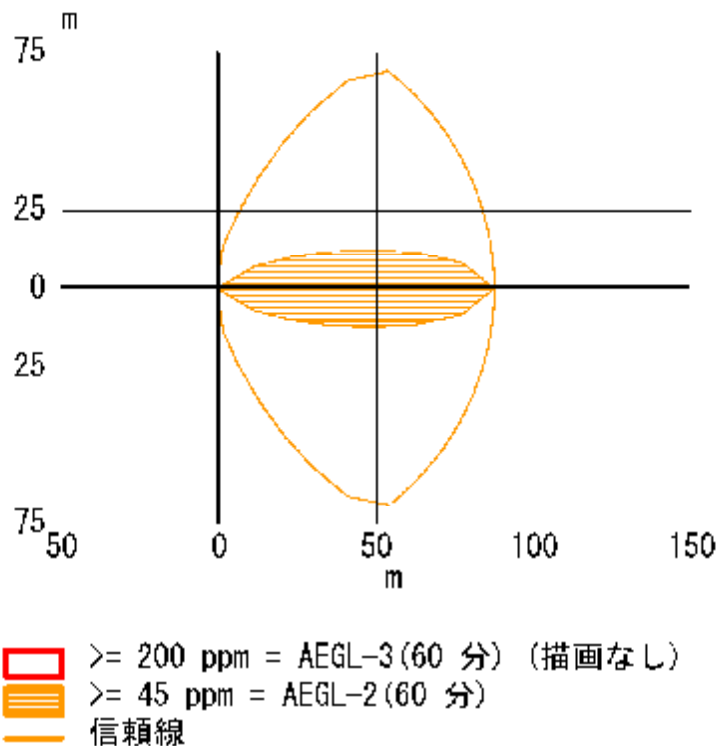


図 5-3-2 2 大気拡散状況予測結果

注) AEGL-3 の拡散範囲は流出源近傍であるため、拡散図は表示されていない。

○ケース 3-1 (滅菌施設(反応釜)10m<sup>3</sup>+配管+保管ポンベ 2 本から流出(流出量 21kg)、  
風速 2m/s)

計算結果 (時系列)

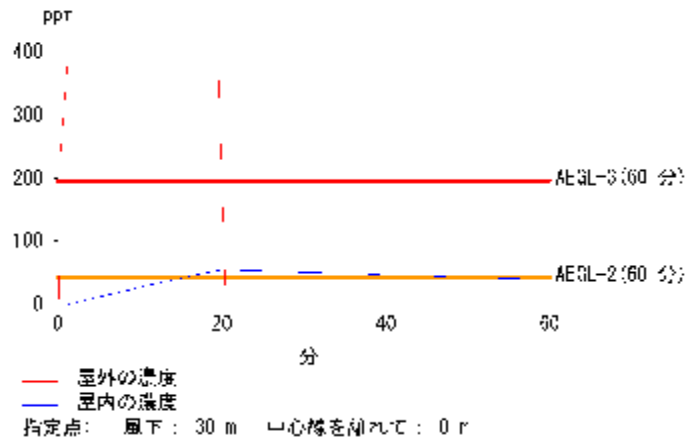


図 5-3-23 任意地点における物質濃度の時系列変化 (風下 30m 地点)

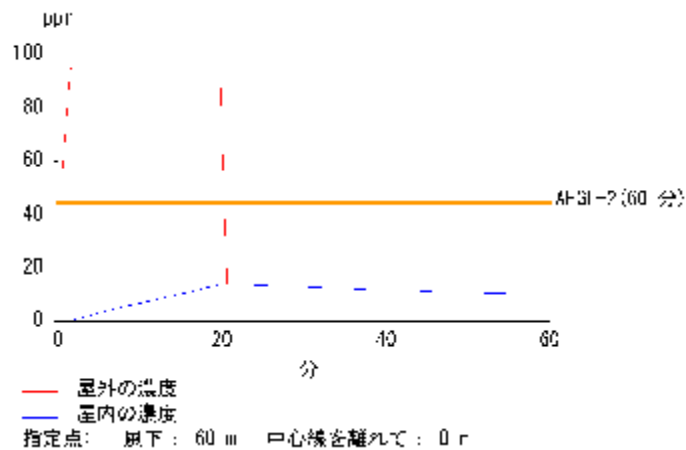


図 5-3-24 任意地点における物質濃度の時系列変化 (風下 60m 地点)

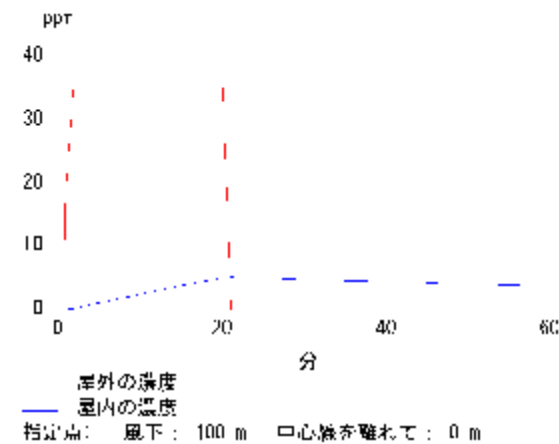


図 5-3-25 任意地点における物質濃度の時系列変化 (風下 100m 地点)

■ケース 3-2 (滅菌施設 (反応釜) 10m<sup>3</sup>+配管+保管ポンベ 2 本から流出 (流出量 21kg)、  
風速 4m/s)

○流出速度 (蒸発速度)

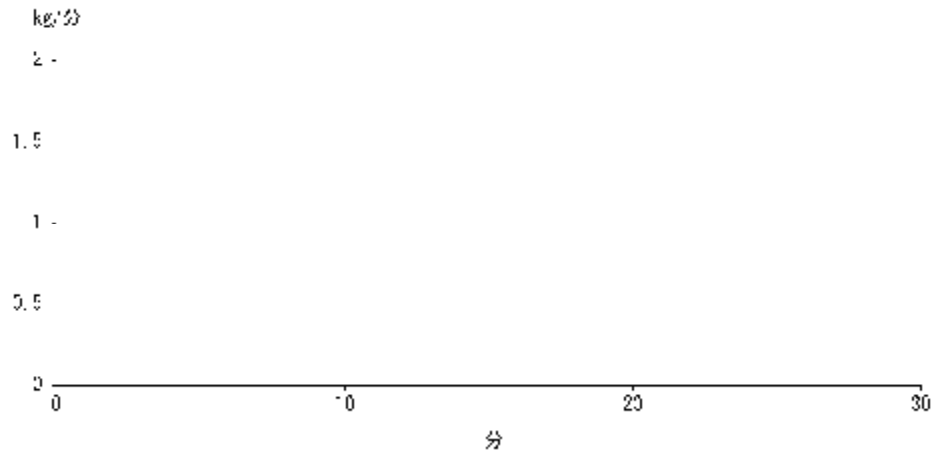


図 5-3-26 漏出源における化学物質の流出速度

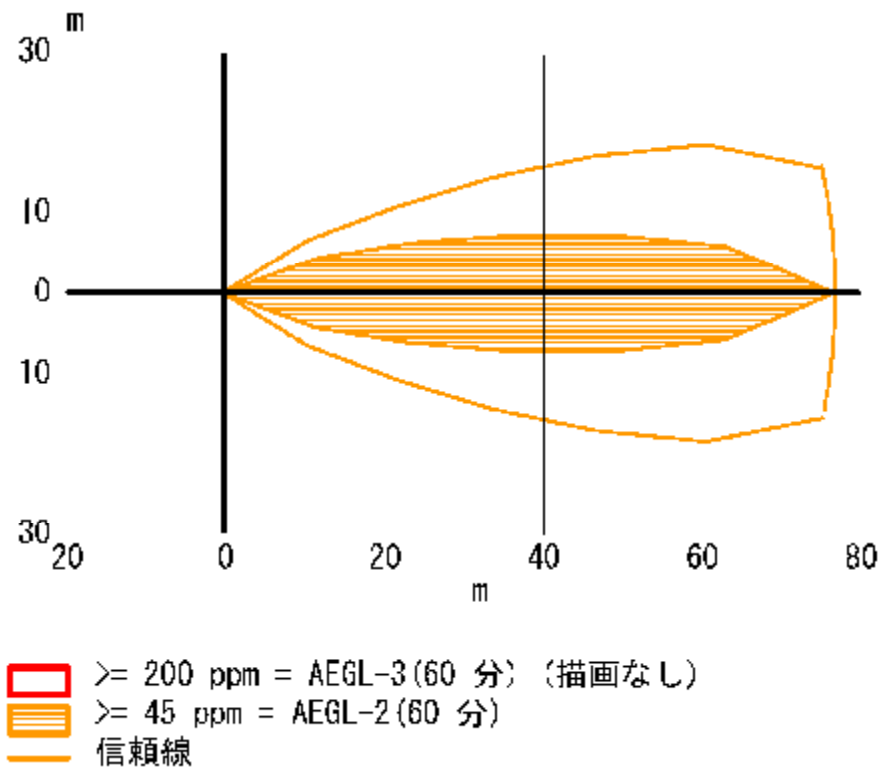


図 5-3-27 大気拡散状況予測結果

注) AEGL-3 の拡散範囲は流出源近傍であるため、拡散図は表示されていない。

○ケース 3-2 (滅菌施設(反応釜)10m<sup>3</sup>+配管+保管ポンベ 2 本から流出(流出量 21kg)、  
風速 4m/s)

計算結果 (時系列)

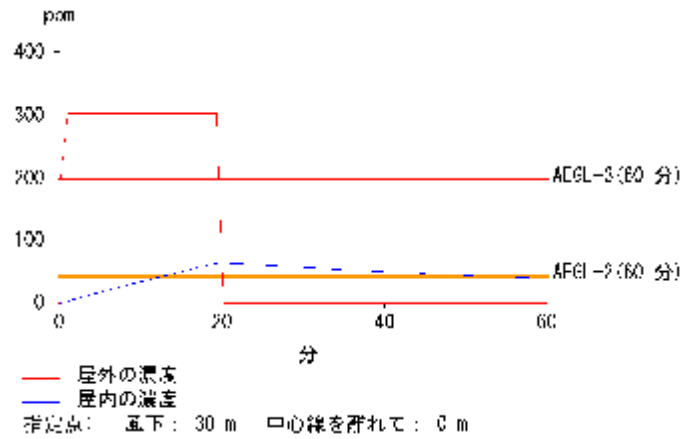


図 5-3-28 任意地点における物質濃度の時系列変化 (風下 30m 地点)

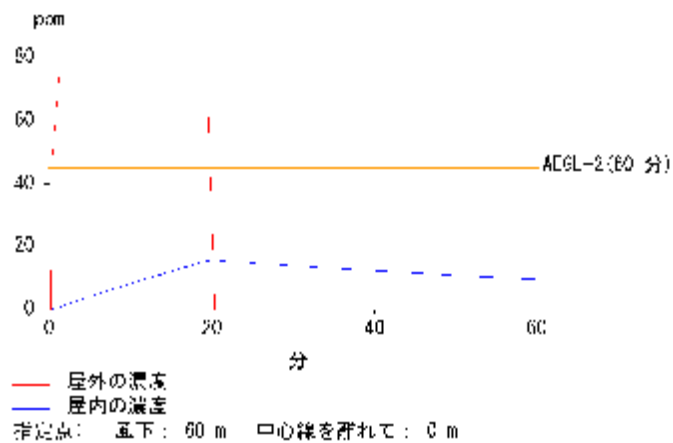


図 5-3-29 任意地点における物質濃度の時系列変化 (風下 60m 地点)

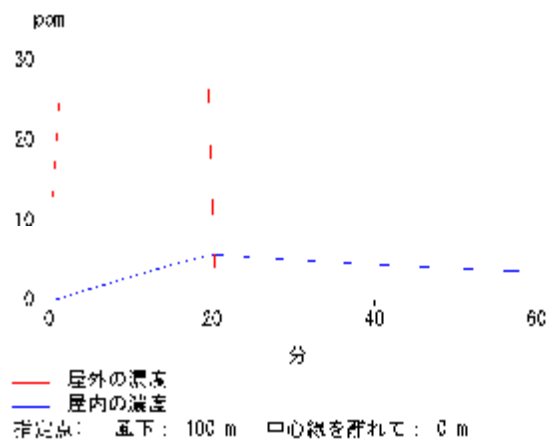


図 5-3-30 任意地点における物質濃度の時系列変化 (風下 100m 地点)

■ケース4-1 (配管+保管ポンベ2本から流出 (流出量 12kg)、風速 2m/s)

○流出速度 (蒸発速度)

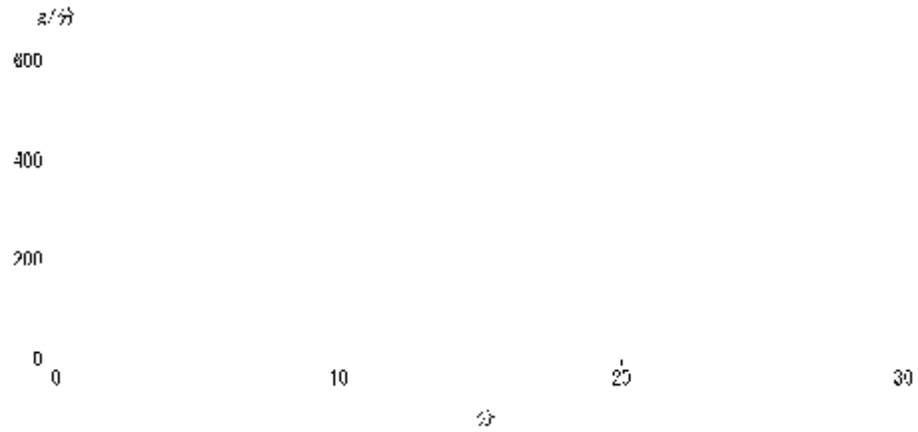


図5-3-3-1 漏出源における化学物質の流出速度

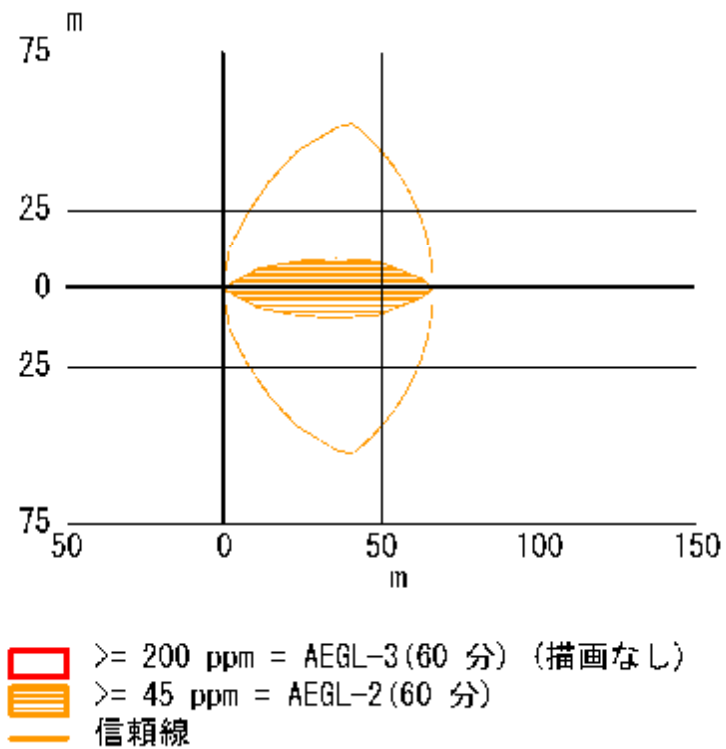


図5-3-3-2 大気拡散状況予測結果

注) AEGL-3 の拡散範囲は流出源近傍であるため、拡散図は表示されていない。

○ケース 4-1 (配管+保管ポンベ 2 本から流出 (流出量 12kg)、風速 2m/s)

計算結果 (時系列)

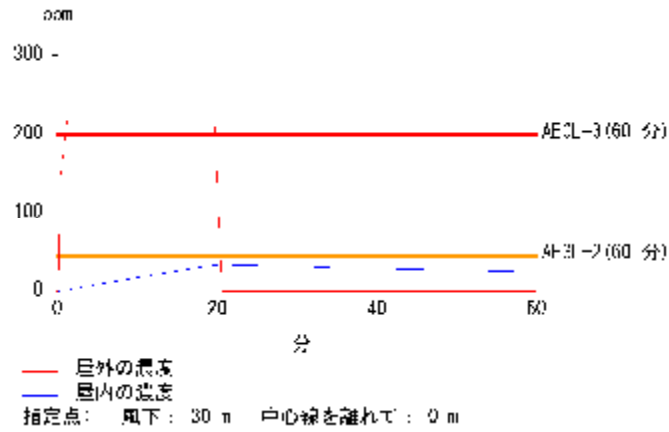


図 5-3-33 任意地点における物質濃度の時系列変化 (風下 30m 地点)

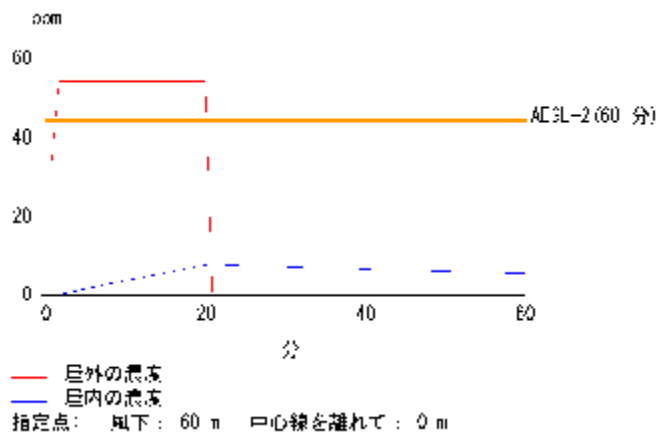


図 5-3-34 任意地点における物質濃度の時系列変化 (風下 60m 地点)

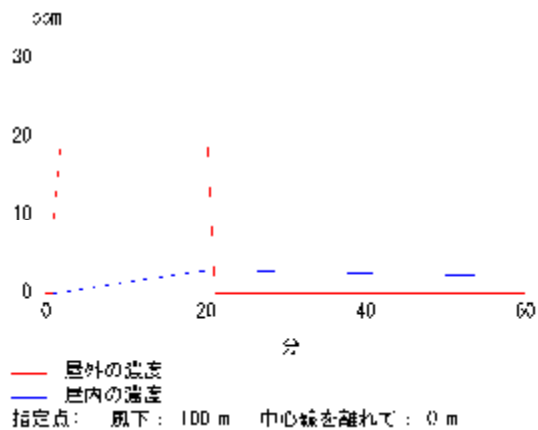


図 5-3-35 任意地点における物質濃度の時系列変化 (風下 100m 地点)

■ケース4-2（配管+保管ポンベ2本から流出（流出量12kg）、風速4m/s）

○流出速度（蒸発速度）

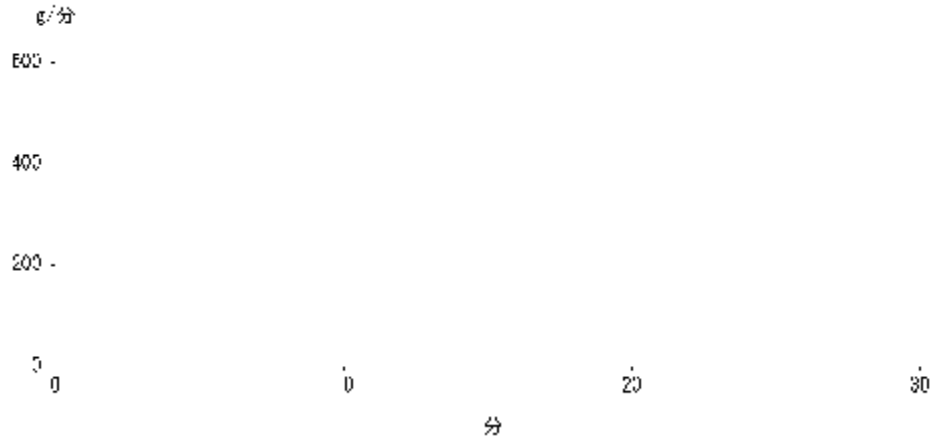


図5-3-36 漏出源における化学物質の流出速度

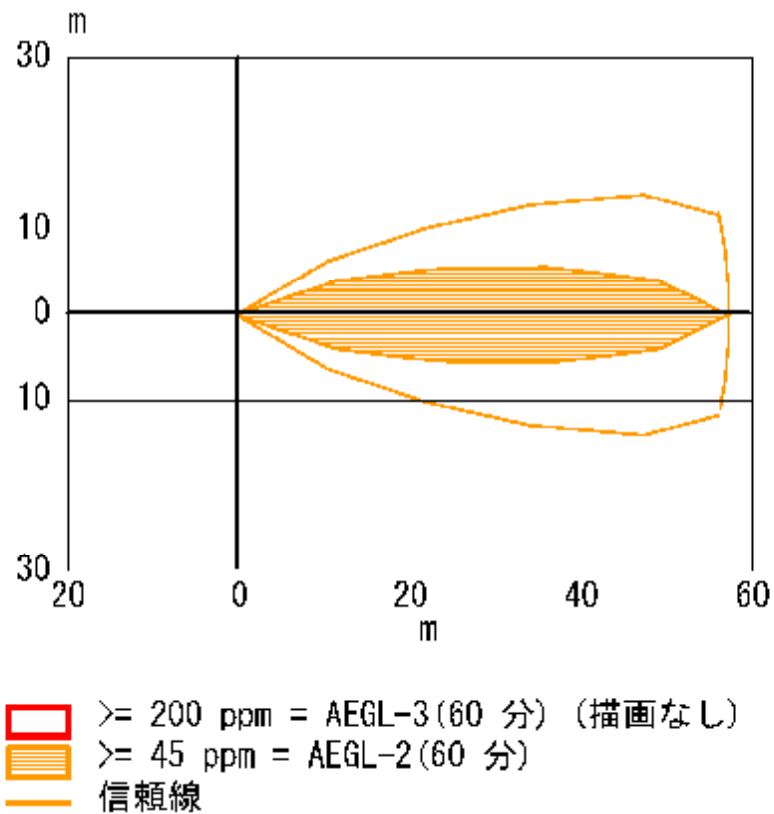


図5-3-37 大気拡散状況予測結果

注) AEGL-3の範囲は流出源近傍であるため、拡散図は表示されていない。

○ケース 4-2 (配管+保管ポンベ 2 本から流出 (流出量 12kg)、風速 4m/s)

計算結果 (時系列)

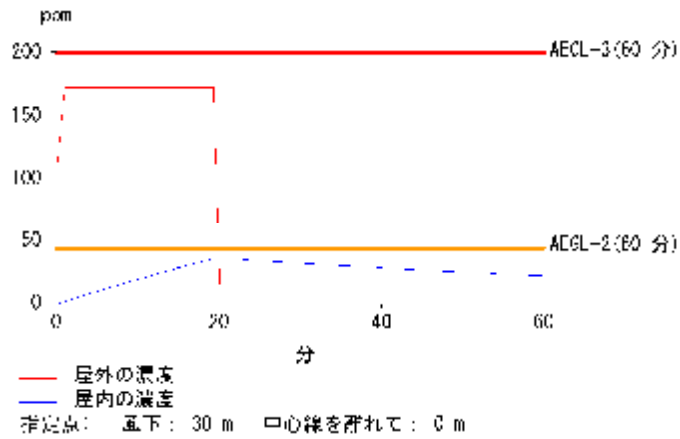


図 5-3-38 任意地点における物質濃度の時系列変化 (風下 30m 地点)

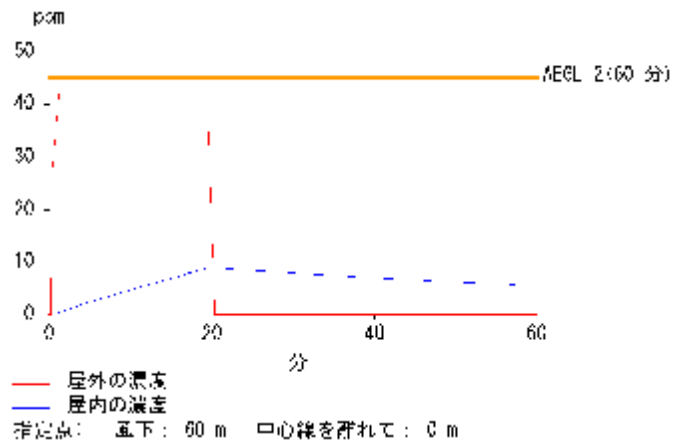


図 5-3-39 任意地点における物質濃度の時系列変化 (風下 60m 地点)

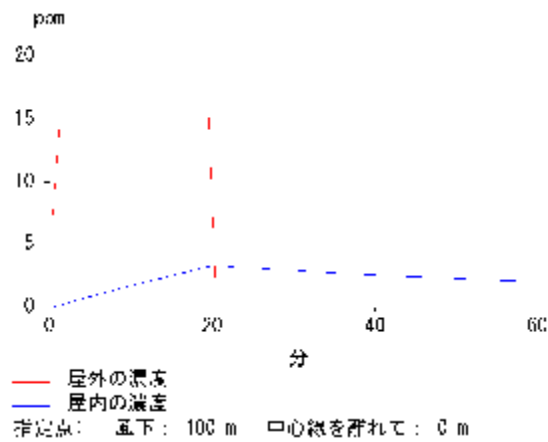


図 5-3-40 任意地点における物質濃度の時系列変化 (風下 100m 地点)



■ケース 5-1 (配管から流出 (緊急遮断弁ありで配管分のみ流出) (流出量 0.013kg)、  
風速 2m/s)

○流出速度 (蒸発速度)

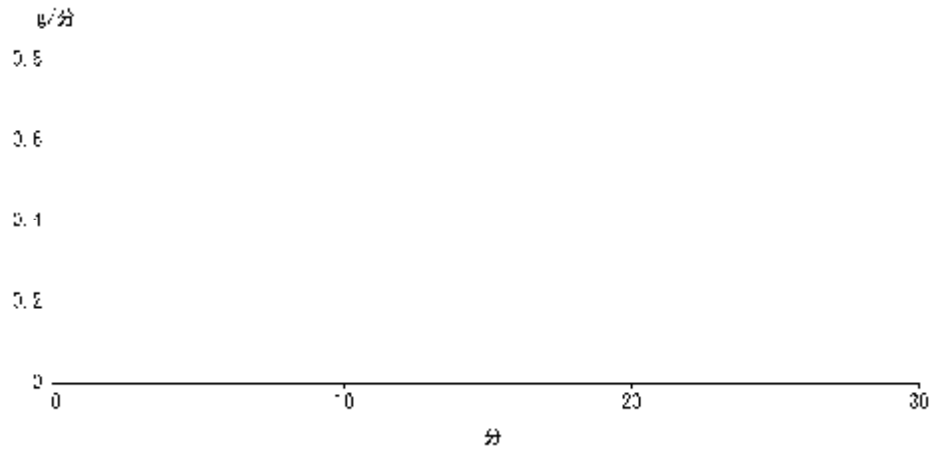


図 5-3-4 1 漏出源における化学物質の流出速度

大気拡散状況予測結果については結果が表示されず、下記のようなコメントが出力される。

実行モデル： ガウス  
 赤： 10m未満(10.9 ヤード) --- (200 ppm = AEGL-3(60 分))  
 注意： 影響範囲は描画されません。理由 不完全な近隣の影響  
 短い距離に対しての分散予測は信頼できません。  
 橙： 10m未満(10.9 ヤード) --- (45 ppm = AEGL-2(60 分))  
 注意： 影響範囲は描画されません。理由 不完全な近隣の影響  
 短い距離に対しての分散予測は信頼できません。

図 5-3-4 2 大気拡散状況出力結果

○ケース 5-1 (配管から流出 (緊急遮断弁ありで配管分のみ流出) (流出量 0.013kg)、  
風速 2m/s)

計算結果 (時系列)

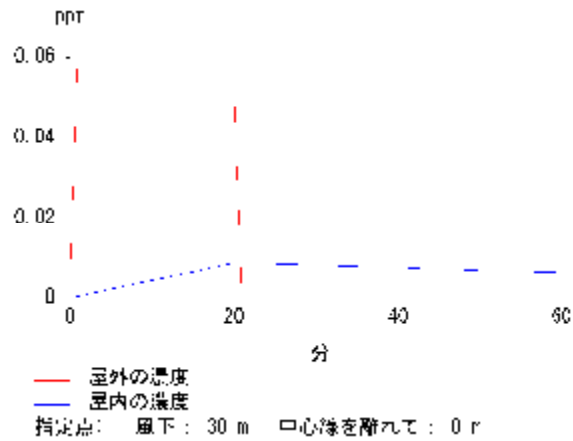


図 5-3-4 3 任意地点における物質濃度の時系列変化 (風下 30m 地点)

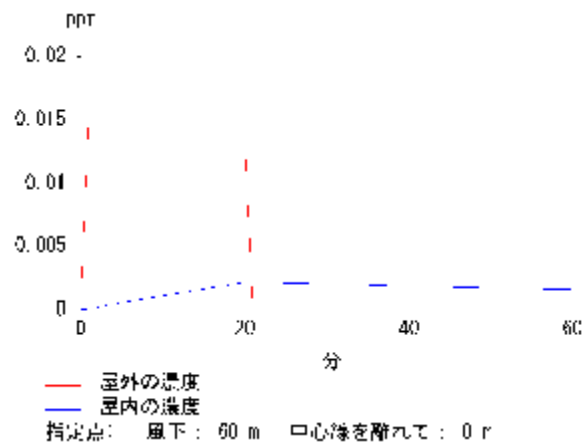


図 5-3-4 4 任意地点における物質濃度の時系列変化 (風下 60m 地点)

注意: 濃度図は描画されません  
理由: 選択点では意味のある濃度がないため  
指定点: 風下: 100 m 中心線を離れて: 0 m

図 5-3-4 5 任意地点における物質濃度の出力結果 (風下 100m 地点)

■ケース 5-2 (配管から流出 (緊急遮断弁ありで配管分のみ流出) (流出量 0.013kg)、  
風速 4m/s)

○流出速度 (蒸発速度)

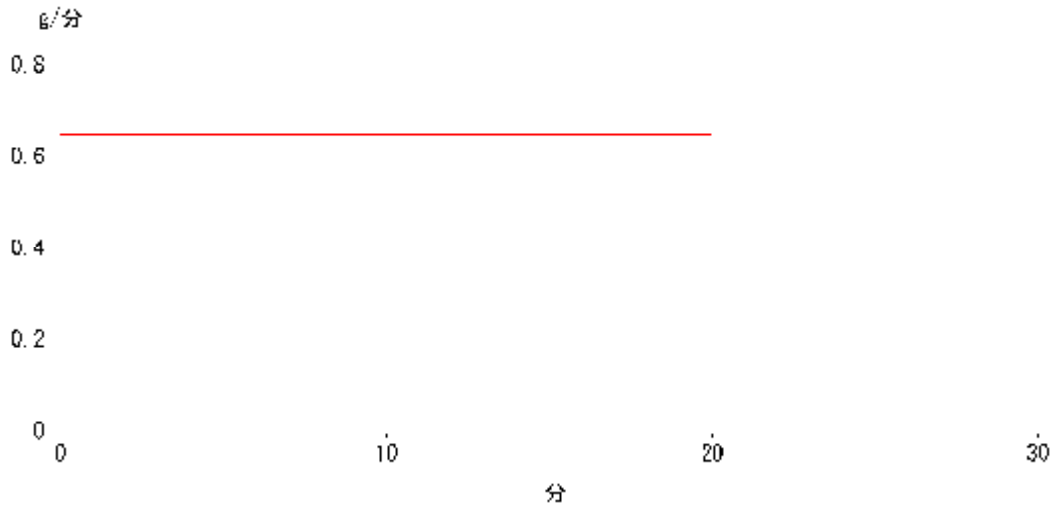


図 5-3-46 漏出源における化学物質の流出速度

大気拡散状況予測結果については結果が表示されず、下記のようなコメントが出力される。

実行モデル： ガウス  
 赤： 10m未満(10.9 ヤード) --- (200 ppm = AEGL-3(60 分))  
 注意： 影響範囲は描画されません。理由 不完全な近隣の影響  
 短い距離に対しての分散予測は信頼できません。  
 橙： 10m未満(10.9 ヤード) --- (45 ppm = AEGL-2(60 分))  
 注意： 影響範囲は描画されません。理由 不完全な近隣の影響  
 短い距離に対しての分散予測は信頼できません。

図 5-3-47 大気拡散状況出力結果

○ケース 5-2 (配管から流出 (緊急遮断弁ありで配管分のみ流出) (流出量 0.013kg)、  
風速 4m/s)

計算結果 (時系列)

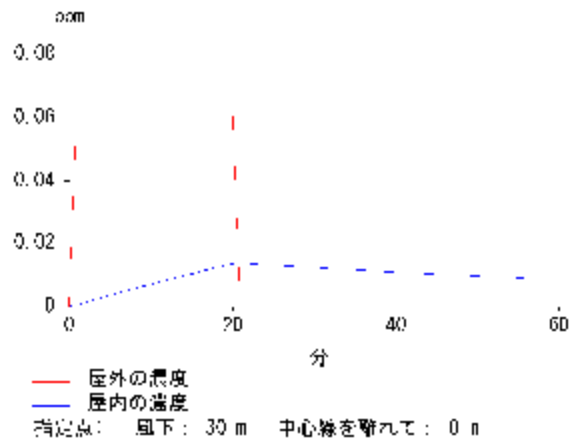


図 5-3-48 任意地点における物質濃度の時系列変化 (風下 30m 地点)

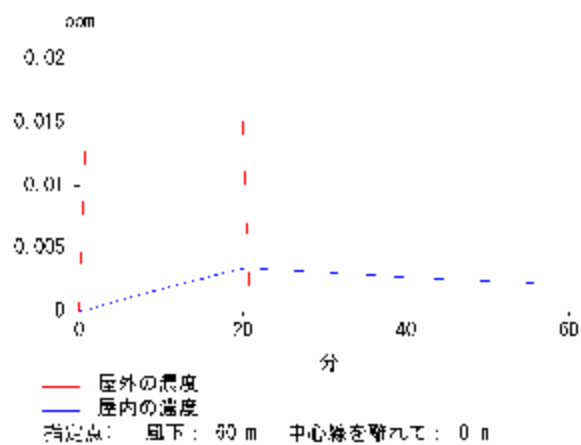


図 5-3-49 任意地点における物質濃度の時系列変化 (風下 60m 地点)

注意: 濃度図は描画されません  
理由: 選択点では意味のある濃度がないため  
指定点: 風下: 100 m 中心線を離れて: 0 m

図 5-3-50 任意地点における物質濃度の出力結果 (風下 100m 地点)

○トリクロロエチレンの流出を想定したリスク評価

◆リスク評価に用いた情報

■ケース6-1, 6-2 (内陸、8月、金属製品製造業、洗浄・脱脂施設、トリクロロエチレン、大気)

- ・再生槽で使用中 (タンク形状垂直)
- ・再生槽容量：150L (100%の充填) (全量流出すると仮定)、高さ：1.0m
- ・圧力：0.1MPa、状態：液体、温度：80℃
- ・再生槽が破損し、再生槽中の容量が漏洩 (ケース6-1, 6-2)

表5-3-4 大気計算パラメータ

大項目	No	項目	試算の入力値
場所/時間	1	場所	日本
	2	建物の種類	1階建のビル
	3	日時	2012年8月1日 12:00
漏出化学物質	4	化学物質種類	TRICHLOROETHYLENE (トリクロロエチレン)
大気の状態	5	風速	2, 4(m/s)
	6	風向き	270(度) (風向: 西)
	7	気象計測地上高	3(m)
	8	地表の形状	都市部または森林
	9	雲量	やや曇り(雲量5)
	10	気温	33.8(度)
	11	大気安定度	C, D (中立)
	12	逆転層の有無	逆転層なし
漏出源状況	13	湿度	66(%)
	14	漏出源形状	タンク(垂直) (容量 150L、高さ 1.0m) から全量内容物が流出したとし、タンクからの流出として計算
	15	流出量	タンクの底から全量流出 (150L)
	16	流出(蒸発)の継続性	流出(蒸発)は1時間最大平均流出(蒸発)速度
	17	漏出源の位置	0m
	18	地表の状況	地表タイプ 初期設定(デフォルト値) 地表温度 周囲と等しい 水たまりの最大直径 不明
	19	物質保存状態	内容物 液体 内部温度 80(度) 容量 100%

◆リスク評価の試行結果

■ケース 6-1 (再生槽が破損し、再生槽中の容量が漏洩 (流出量 150L、水たまり直径 6.0m)、風速 2m/s)

○流出速度 (蒸発速度)

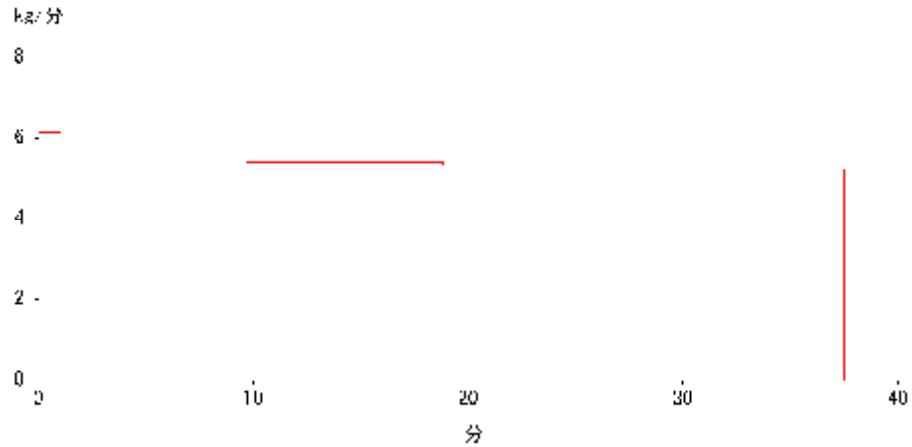


図 5-3-5 1 漏出源における化学物質の流出速度

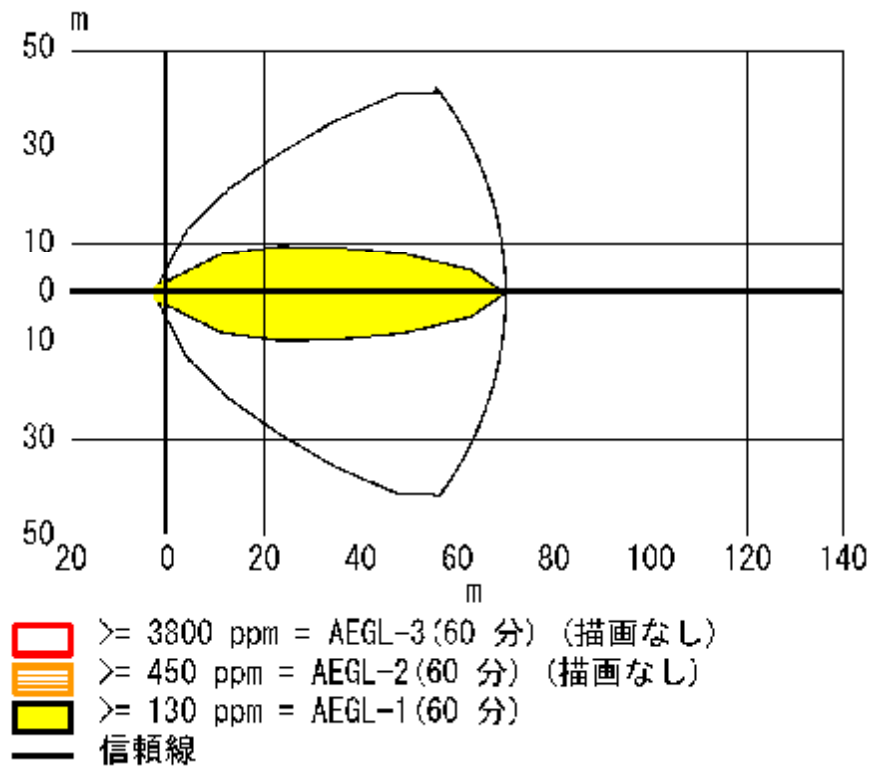


図 5-3-5 2 大気拡散状況予測結

注) AEGL-2、AEGL-3 の拡散範囲は流出源近傍であるため、拡散図は表示されていない。

○ケース 6-1 (再生槽が破損し、再生槽中の容量が漏洩 (流出量 150L、水たまり直径 6.0m)、風速 2m/s)  
 計算結果 (時系列)

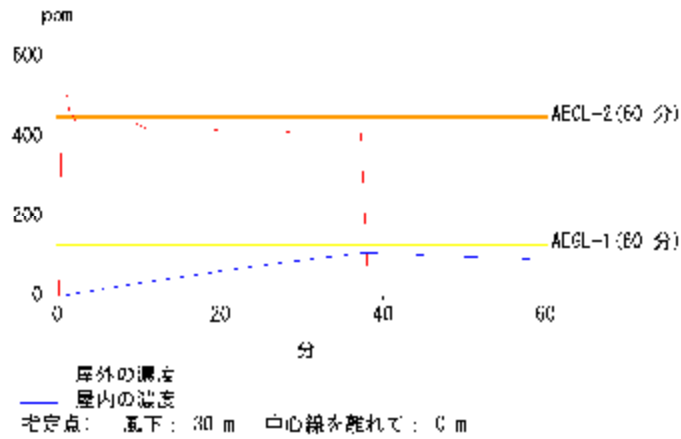


図 5-3-53 任意地点における物質濃度の時系列変化 (風下 30m 地点)

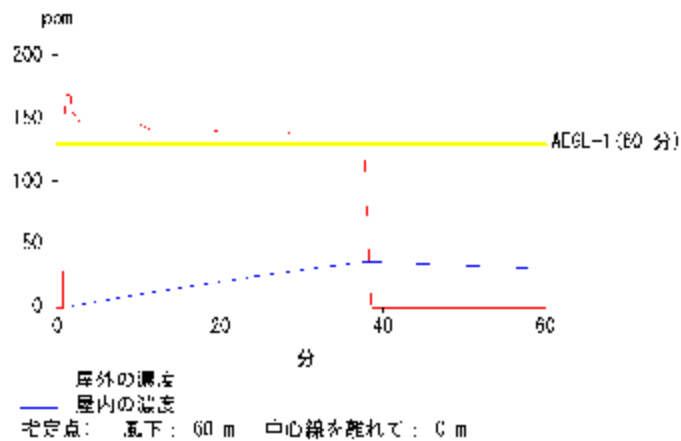


図 5-3-54 任意地点における物質濃度の時系列変化 (風下 60m 地点)

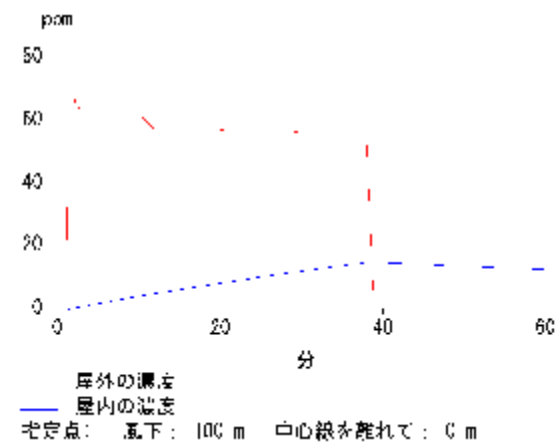


図 5-3-55 任意地点における物質濃度の時系列変化 (風下 100m 地点)

■ケース 6-2 (再生槽が破損し、再生槽中の容量が漏洩 (流出量 150L、水たまり直径 5.9m)、風速 4m/s)

○流出速度 (蒸発速度)

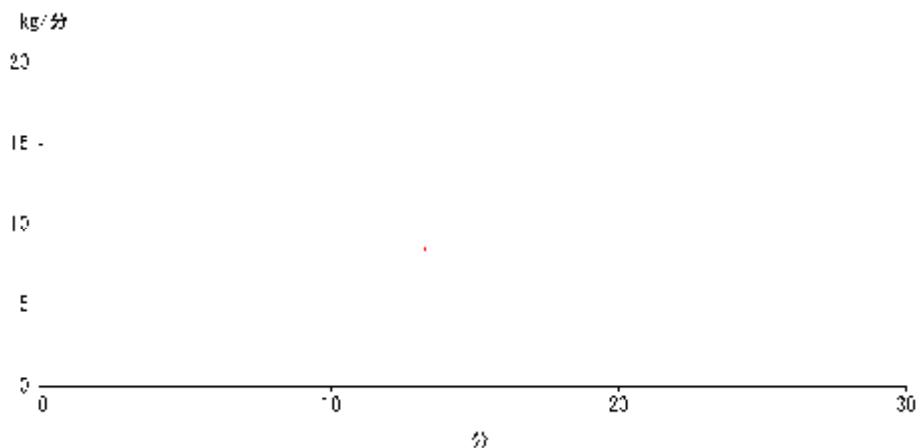


図 5-3-56 漏出源における化学物質の流出速度

大気拡散状況予測結果については結果が表示されず、下記のようなコメントが出力される。

実行モデル： ガウス  
 赤： 10m未満(10.9 ヤード) --- (3800 ppm = AEGL-3(60 分))  
 注意：影響範囲は描画されません。理由 不完全な近隣の影響  
 短い距離に対しての分散予測は信頼できません。  
 橙： 14 m --- (450 ppm = AEGL-2(60 分))  
 注意：影響範囲は描画されません。理由 不完全な近隣の影響  
 短い距離に対しての分散予測は信頼できません。  
 黄： 38 m --- (130 ppm = AEGL-1(60 分))  
 注意：影響範囲は描画されません。理由 不完全な近隣の影響  
 短い距離に対しての分散予測は信頼できません。

図 5-3-57 大気拡散状況出力結果



○ケース 6-2 (再生槽が破損し、再生槽中の容量が漏洩 (流出量 150L、水たまり直径 5.9m)、風速 4m/s)  
 計算結果 (時系列)

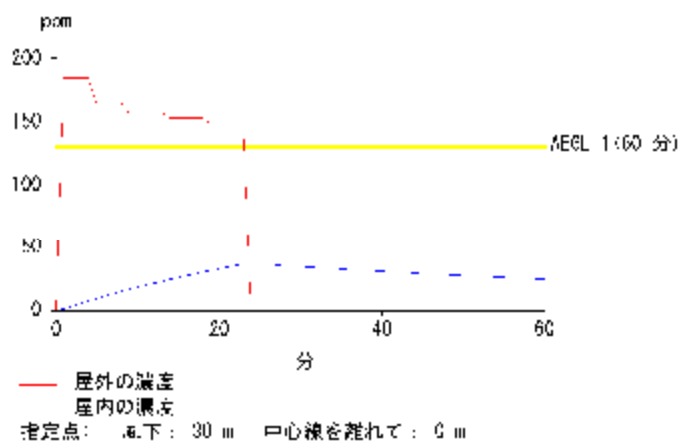


図 5-3-58 任意地点における物質濃度の時系列変化 (風下 30m 地点)

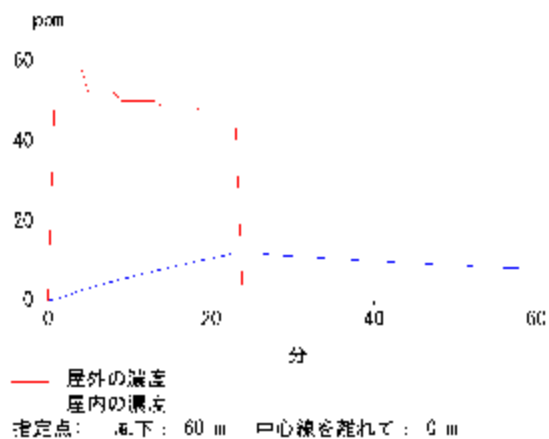


図 5-3-59 任意地点における物質濃度の時系列変化 (風下 60m 地点)

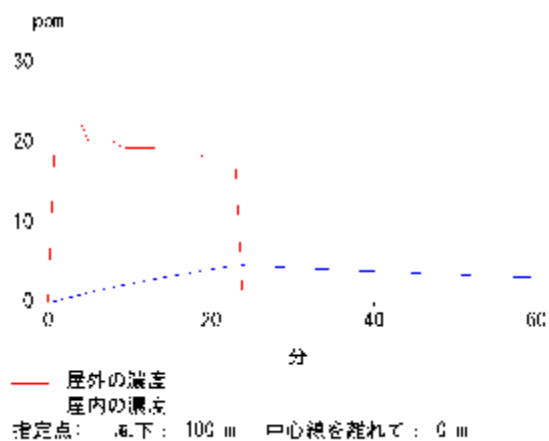


図 5-3-60 任意地点における物質濃度の時系列変化 (風下 100m 地点)

## 2) 河川 AIST-SHANEL のリスク評価の試行結果

リスク評価を試行したシナリオは表5-3-1に記載の内容のうち、以下に示すケース7-1からケース9-2である。

また、AIST-SHANEL を用いたリスク評価では、定常解析での予測計算を行うため、災害時を想定した化学物質の流出による予測を模擬的に行うものとなる。そのため、出力される結果は各河川メッシュにおける濃度の形で表示されるが、その値は流出時に到達しうる最大の濃度であることに注意が必要である。また、ツールによる濃度の出力については溶存態と懸濁態での出力が可能であるが、本試行においては全物質量(溶存態+懸濁態)で評価を行うものとして結果を出力した。

計算条件についても同様であり、定常的な流出が生じたとして(高濃度の物質が流出し続けているとして)条件を与えることとなる。本試行においては、想定される流出量が、1日かけて河川に流入する場合、1時間で河川に流入する場合の2つの場合を想定して予測評価を行った。

### ■ケース7-1, 7-2 (内陸、化学工業+金属製品製造業+電気機械器具製造業、保管タンク、フッ化水素、水質、対策なし)

想定流出地点：大阪府北部にある公共施設	流出経路：淀川支流～淀川の取水口
対象物質：フッ化水素酸 (55%)	排出量：34.4m <sup>3</sup> (22,514kg <sup>※</sup> )
	(1日あたり (ケース7-1) 又は 1時間あたり (ケース7-2) で計算)

### ■ケース8-1, 8-2 (内陸、化学工業+金属製品製造業+電気機械器具製造業、保管タンク、フッ化水素、水質、対策あり)

想定流出地点：大阪府北部にある公共施設	流出経路：淀川支流～淀川の取水口
対象物質：フッ化水素酸 (55%)	排出量：0.05m <sup>3</sup> (32.7kg <sup>※</sup> )
	(1日あたり (ケース8-1) 又は 1時間あたり (ケース8-2) で計算)

※ 排出量のうち、()内の重量はフッ化水素のみの重量を示す。

### ■ケース9-1, 9-2 (内陸、金属製品製造業、脱脂洗浄施設、トリクロロエチレン、水質、対策なし)

想定流出地点：大阪府北部にある公共施設	流出経路：淀川支流～淀川の取水口
対象物質：トリクロロエチレン	排出量：150L (219.45kg)
	(1日あたり (ケース9-1) 又は 1時間あたり (ケース9-2) で計算)

u 対象とする水系（淀川水系下流域）

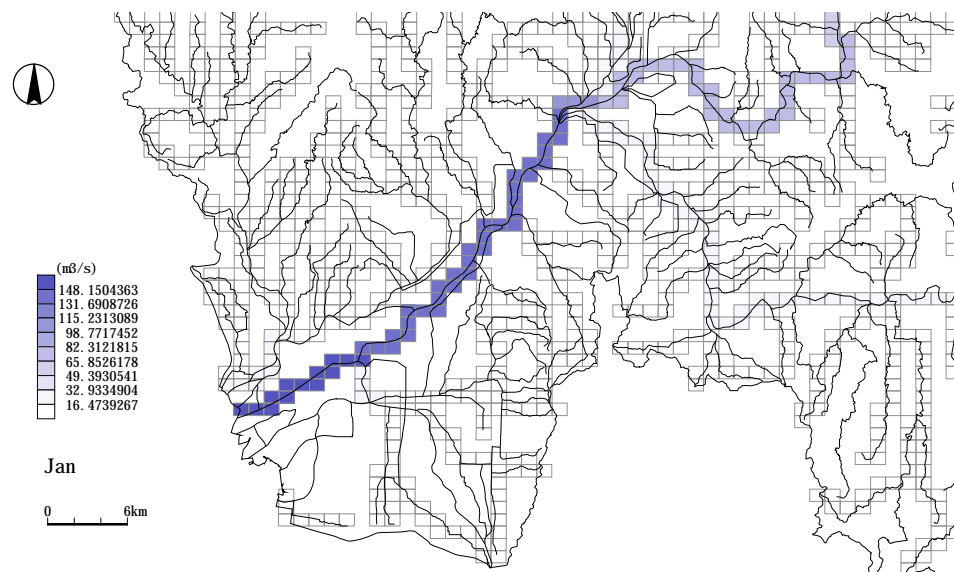


図5-3-6 1 淀川水系における河川メッシュと本川・支川の流量の分布

u リスク評価に用いた情報

表5-3-5 計算に用いた化学物質の物性値のデータ

項目	化学物質 (フッ化水素)	化学物質 (トリクロロエチレン)
蒸気圧 (Pa)	103,300	7,800
分子量	20.01	131.39
水溶解度 (g/m <sup>3</sup> )	200,000	1,280
有機炭素水分配係数 <b>K<sub>oc</sub></b>	※0.0041	68
半減期 (日) (仮定)	36,500	36,500

※ フッ化水素の有機炭素水分配係数は水に非常に溶けやすい物質であるとして、オクタノール水分配係数を  $\log K_{ow} = -2$  と仮定し、国土技術政策総合研究所で使用されている推算式  $K_{oc} = 0.41 \times K_{ow}$  から求めた。

◆リスク評価の試行結果

■ケース7-1（内陸、化学工業+金属製品製造業+電気機械器具製造業、保管タンク、フッ化水素、水質）

リスク評価においては、淀川水系における大阪府内の上流（取水口より上流）の任意の地点において、化学物質が公共用水域に漏出した場合を想定し、AIST-SHANEL を用いて河川水中の物質の最大到達濃度を試算し、水道水質基準との比較を行った。

想定流出地点：大阪府北部にある公共施設 流出経路：淀川支流～淀川の取水口

対象物質：フッ化水素

排出量：**22,514kg/日**

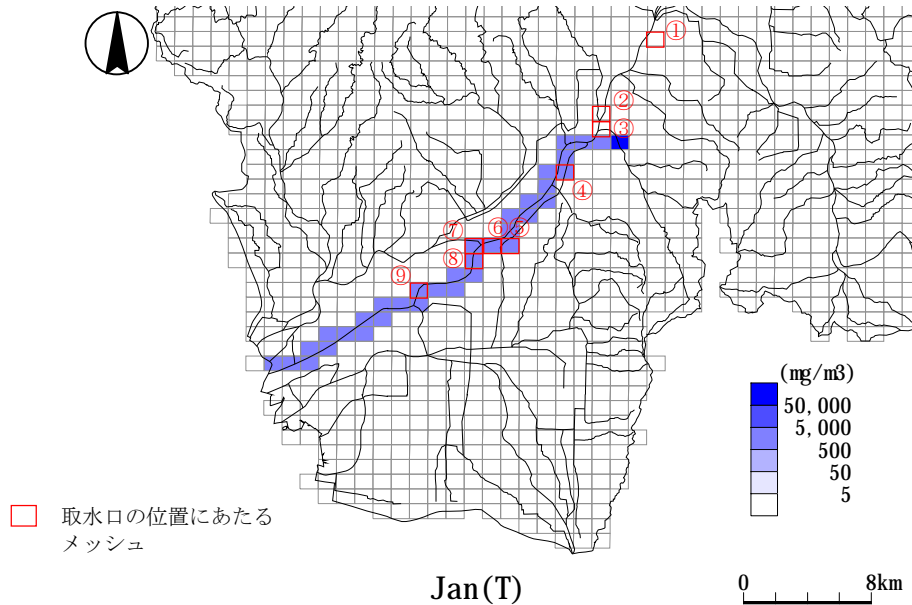


図5-3-62 点源排出量（公共用水域への排出量）による解析結果の濃度分布

表5-3-6 取水場所における河川水中の汚染物質の最大到達濃度

取水口 番号	事業主体	浄水場名	取水場名	(フッ素及びその化合物)	
				物質の 最大到達濃度 (mg/m³)	水道水質基準値 (mg/m³)
①	大阪市	豊野浄水場	楠葉取水場	0	800
②	大阪広域水道企業団	村野浄水場	磯島取水場	0	
③	枚方市	中宮浄水場	磯島取水場	2.4	
④	寝屋川市	香里浄水場	木屋取水場	1,879	
⑤	大阪市	庭窪浄水場		1,875	
⑥	大阪広域水道企業団	庭窪浄水場		1,875	
	大阪市	庭窪浄水場			
	守口市	守口浄水場			
⑦	大阪広域水道企業団	三島浄水場	一津屋取水場	1,875	
	大阪市	柴島浄水場	一津屋取水場		
	尼崎市	神崎浄水場	一津屋取水場		
	伊丹市	千僧浄水場	一津屋取水場		
⑧	阪神水道企業団	猪名川浄水場	大道取水場	1,875	
⑨	大阪市	柴島浄水場		1,873	
	吹田市	泉浄水所			
	阪神水道企業団	尼崎浄水場	淀川取水場		
	尼崎市	神崎浄水場	柴島取水場		

■ケース7-2（内陸、化学工業+金属製品製造業+電気機械器具製造業、保管タンク、フッ化水素、水質）

リスク評価においては、淀川水系における大阪府内の上流（取水口より上流）の任意の地点において、化学物質が公共用水域に漏出した場合を想定し、AIST-SHANEL を用いて河川水中の物質の最大到達濃度を試算し、水道水質基準との比較を行った。

想定流出地点：大阪府北部にある公共施設 流出経路：淀川支流～淀川の取水口

対象物質：フッ化水素

排出量：22,514kg/時間

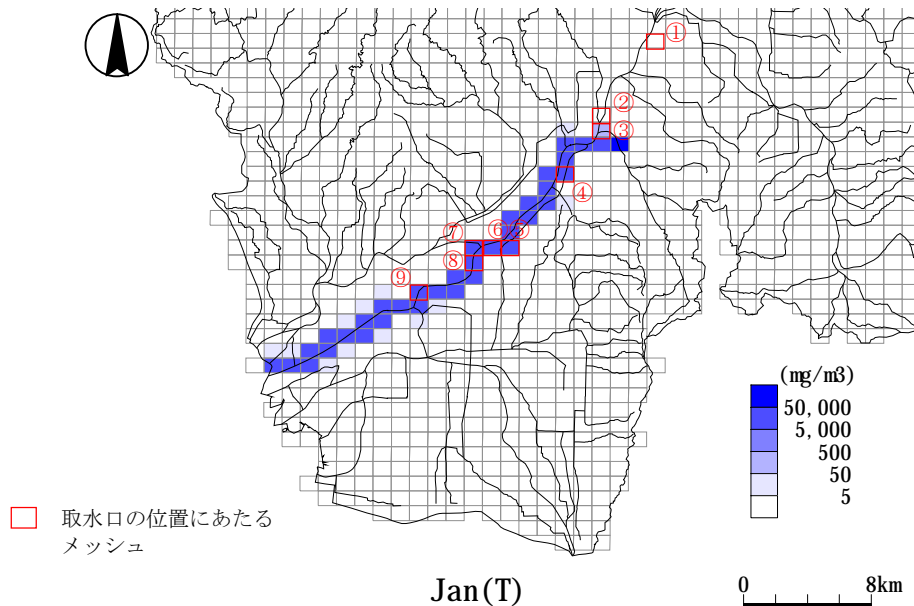


図5-3-63 点源排出量（公共用水域への排出量）による解析結果の濃度分布

表5-3-7 取水場所における河川水中の汚染物質の最大到達濃度

取水口番号	事業主体	浄水場名	取水場名	(フッ素及びその化合物)	
				物質の最大到達濃度 (mg/m³)	水道水質基準値 (mg/m³)
①	大阪市	豊野浄水場	楠葉取水場	0	800
②	大阪広域水道企業団	村野浄水場	磯島取水場	0	
③	枚方市	中宮浄水場	磯島取水場	58	
④	寝屋川市	香里浄水場	木屋取水場	45,093	
⑤	大阪市	庭窪浄水場		45,010	
⑥	大阪広域水道企業団	庭窪浄水場		45,005	
	大阪市	庭窪浄水場			
	守口市	守口浄水場			
⑦	大阪広域水道企業団	三島浄水場	一津屋取水場	45,000	
	大阪市	柴島浄水場	一津屋取水場		
	尼崎市	神崎浄水場	一津屋取水場		
	伊丹市	千僧浄水場	一津屋取水場		
⑧	阪神水道企業団	猪名川浄水場	大道取水場	45,000	
⑨	大阪市	柴島浄水場		44,961	
	吹田市	泉浄水所			
	阪神水道企業団	尼崎浄水場	淀川取水場		
	尼崎市	神崎浄水場	柴島取水場		

■ケース 8-1 (内陸、化学工業+金属製品製造業+電気機械器具製造業、保管タンク、フッ化水素、水質)

リスク評価においては、淀川水系における大阪府内の上流(取水口より上流)の任意の地点において、化学物質が公共用水域に漏出した場合を想定し、AIST-SHANEL を用いて河川水中の物質の最大到達濃度を試算し、水道水質基準との比較を行った。

想定流出地点：大阪府北部にある公共施設 流出経路：淀川支流～淀川の取水口  
 対象物質：フッ化水素 排出量：32.7kg/日

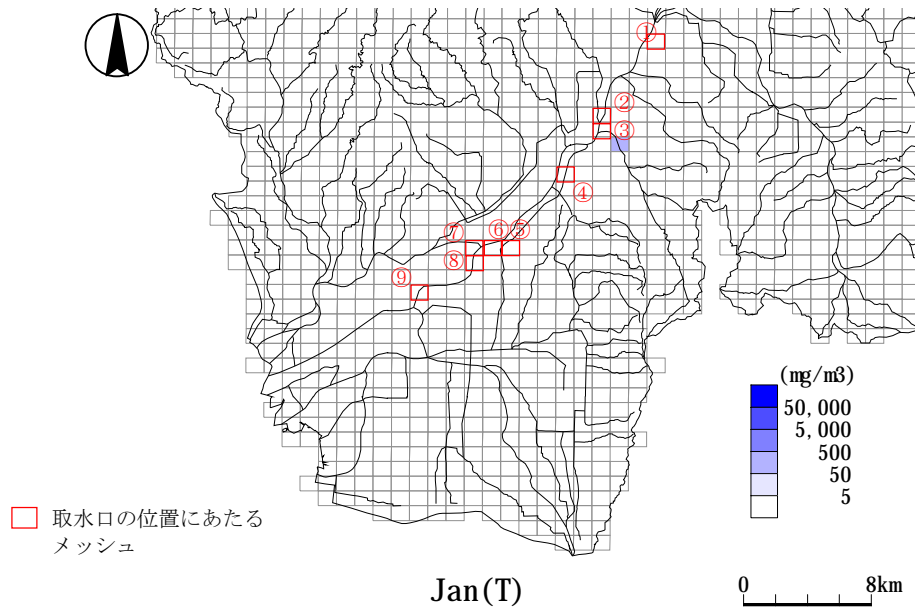


図 5-3-64 点源排出量(公共用水域への排出量)による解析結果の濃度分布

表 5-3-8 取水場所における河川水中の汚染物質の最大到達濃度

取水口 番号	事業主体	浄水場名	取水場名	(フッ素及びその化合物)	
				物質の 最大到達濃度 (mg/m <sup>3</sup> )	水道水質基準値 (mg/m <sup>3</sup> )
①	大阪市	豊野浄水場	楠葉取水場	0	800
②	大阪広域水道企業団	村野浄水場	磯島取水場	0	
③	枚方市	中宮浄水場	磯島取水場	0.004	
④	寝屋川市	香里浄水場	木屋取水場	2.731	
⑤	大阪市	庭窪浄水場		2.726	
⑥	大阪広域水道企業団	庭窪浄水場		2.725	
	大阪市	庭窪浄水場			
	守口市	守口浄水場			
⑦	大阪広域水道企業団	三島浄水場	一津屋取水場	2.725	
	大阪市	柴島浄水場	一津屋取水場		
	尼崎市	神崎浄水場	一津屋取水場		
	伊丹市	千僧浄水場	一津屋取水場		
⑧	阪神水道企業団	猪名川浄水場	大道取水場	2.725	
⑨	大阪市	柴島浄水場		2.723	
	吹田市	泉浄水所			
	阪神水道企業団	尼崎浄水場	淀川取水場		
	尼崎市	神崎浄水場	柴島取水場		

■ケース 8-2 (内陸、化学工業+金属製品製造業+電気機械器具製造業、保管タンク、フッ化水素、水質)

リスク評価においては、淀川水系における大阪府内の上流(取水口より上流)の任意の地点において、化学物質が公共用水域に漏出した場合を想定し、AIST-SHANEL を用いて河川水中の物質の最大到達濃度を試算し、水道水質基準との比較を行った。

想定流出地点：大阪府北部にある公共施設 流出経路：淀川支流～淀川の取水口  
 対象物質：フッ化水素 排出量：32.7kg/時間

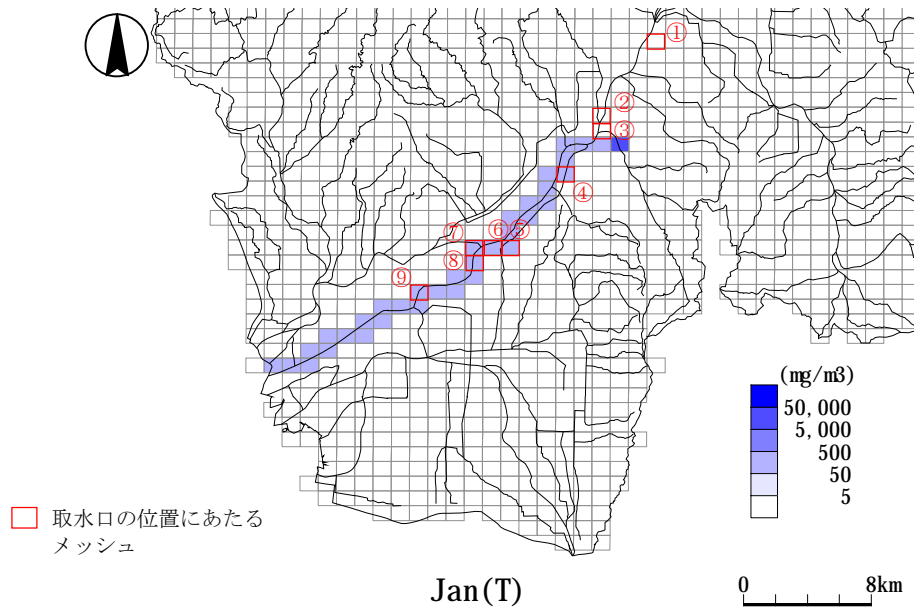


図 5-3-65 点源排出量(公共用水域への排出量)による解析結果の濃度分布

表 5-3-9 取水場所における河川水中の汚染物質の最大到達濃度

取水口 番号	事業主体	浄水場名	取水場名	(フッ素及びその化合物)	
				物質の 最大到達濃度 (mg/m <sup>3</sup> )	水道水質基準値 (mg/m <sup>3</sup> )
①	大阪市	豊野浄水場	楠葉取水場	0	800
②	大阪広域水道企業団	村野浄水場	磯島取水場	0	
③	枚方市	中宮浄水場	磯島取水場	0.085	
④	寝屋川市	香里浄水場	木屋取水場	65.54	
⑤	大阪市	庭窪浄水場		65.42	
⑥	大阪広域水道企業団	庭窪浄水場		65.41	
	大阪市	庭窪浄水場			
	守口市	守口浄水場			
⑦	大阪広域水道企業団	三島浄水場	一津屋取水場	65.40	
	大阪市	柴島浄水場	一津屋取水場		
	尼崎市	神崎浄水場	一津屋取水場		
	伊丹市	千僧浄水場	一津屋取水場		
⑧	阪神水道企業団	猪名川浄水場	大道取水場	65.40	
⑨	大阪市	柴島浄水場		65.35	
	吹田市	泉浄水所			
	阪神水道企業団	尼崎浄水場	淀川取水場		
	尼崎市	神崎浄水場	柴島取水場		

■ケース 9-1 (内陸、金属製品製造業、脱脂洗浄施設、トリクロロエチレン、水質)

リスク評価においては、淀川水系における大阪府内の上流(取水口より上流)の任意の地点において、化学物質が公共用水域に漏出した場合を想定し、AIST-SHANEL を用いて河川水中の物質の最大到達濃度を試算し、水道水質基準との比較を行った。

想定流出地点：大阪府北部にある公共施設 流出経路：淀川支流～淀川の取水口

対象物質：トリクロロエチレン 排出量：150L/日 (219.45kg/日)

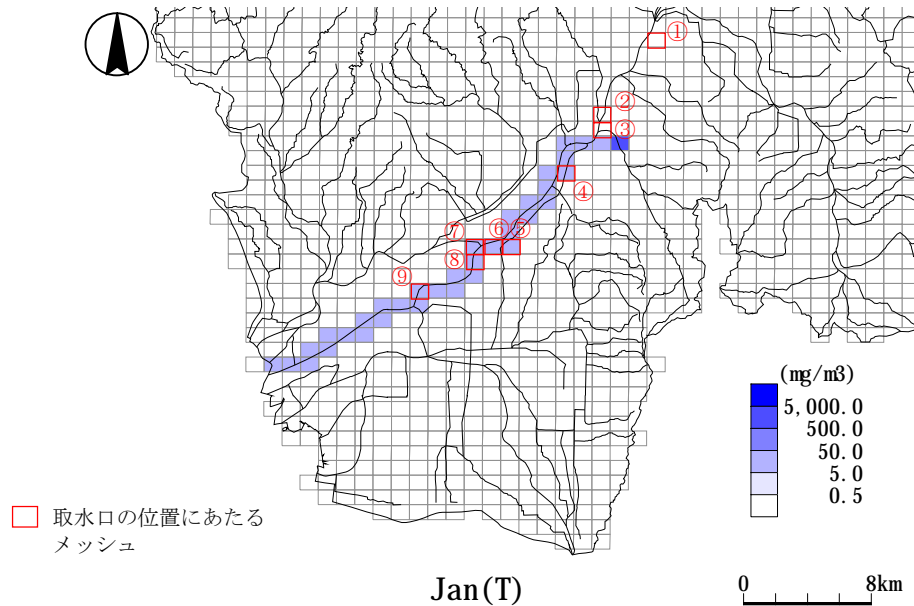


図 5-3-66 点源排出量(公共用水域への排出量)による解析結果の濃度分布

表 5-3-10 取水場所における河川水中の汚染物質の最大到達濃度

取水口 番号	事業主体	浄水場名	取水場名	(トリクロロエチレン)	
				物質の 最大到達濃度 (mg/m <sup>3</sup> )	水道水質基準値 (mg/m <sup>3</sup> )
①	大阪市	豊野浄水場	楠葉取水場	0	10
②	大阪広域水道企業団	村野浄水場	磯島取水場	0	
③	枚方市	中宮浄水場	磯島取水場	0.015	
④	寝屋川市	香里浄水場	木屋取水場	11.66	
⑤	大阪市	庭窪浄水場		11.62	
⑥	大阪広域水道企業団	庭窪浄水場		11.62	
	大阪市	庭窪浄水場			
	守口市	守口浄水場			
⑦	大阪広域水道企業団	三島浄水場	一津屋取水場	11.62	
	大阪市	柴島浄水場	一津屋取水場		
	尼崎市	神崎浄水場	一津屋取水場		
	伊丹市	千僧浄水場	一津屋取水場		
⑧	阪神水道企業団	猪名川浄水場	大道取水場	11.61	
⑨	大阪市	柴島浄水場		11.59	
	吹田市	泉浄水所			
	阪神水道企業団	尼崎浄水場	淀川取水場		
	尼崎市	神崎浄水場	柴島取水場		



■ケース 9-2 (内陸、金属製品製造業、脱脂洗浄施設、トリクロロエチレン、水質)

リスク評価においては、淀川水系における大阪府内の上流(取水口より上流)の任意の地点において、化学物質が公共用水域に漏出した場合を想定し、AIST-SHANEL を用いて河川水中の物質の最大到達濃度を試算し、水道水質基準との比較を行った。

想定流出地点：大阪府北部にある公共施設 流出経路：淀川支流～淀川の取水口

対象物質：トリクロロエチレン

排出量：**150L/時間 (219.45kg/時間)**

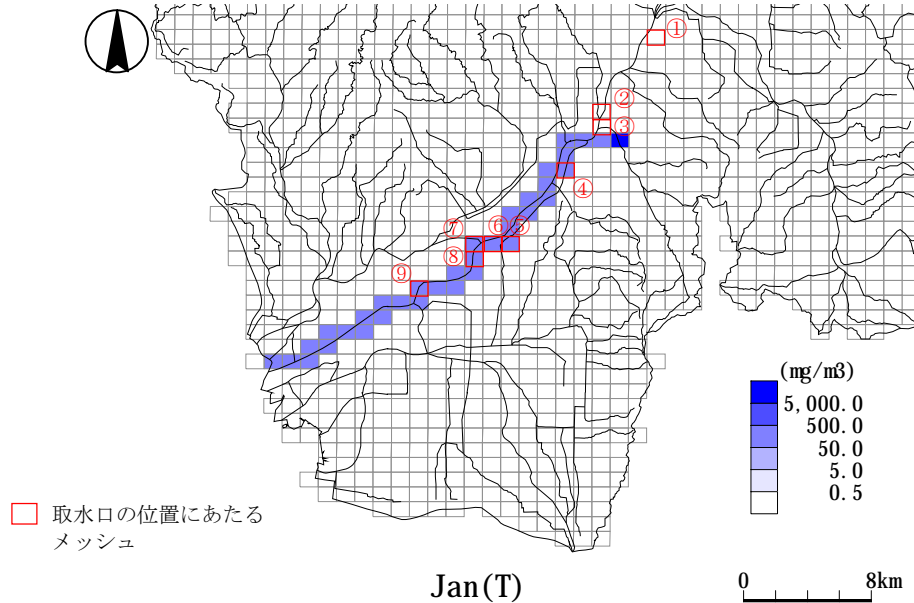


図 5-3-67 点源排出量(公共用水域への排出量)による解析結果の濃度分布

表 5-3-11 取水場所における河川水中の汚染物質の最大到達濃度

取水口 番号	事業主体	浄水場名	取水場名	(トリクロロエチレン)	
				物質の 最大到達濃度 (mg/m <sup>3</sup> )	水道水質基準値 (mg/m <sup>3</sup> )
①	大阪市	豊野浄水場	楠葉取水場	0	10
②	大阪広域水道企業団	村野浄水場	磯島取水場	0	
③	枚方市	中宮浄水場	磯島取水場	0.36	
④	寝屋川市	香里浄水場	木屋取水場	279.9	
⑤	大阪市	庭窪浄水場		278.9	
⑥	大阪広域水道企業団	庭窪浄水場		278.8	
	大阪市	庭窪浄水場			
	守口市	守口浄水場			
⑦	大阪広域水道企業団	三島浄水場	一津屋取水場	278.8	
	大阪市	柴島浄水場	一津屋取水場		
	尼崎市	神崎浄水場	一津屋取水場		
	伊丹市	千僧浄水場	一津屋取水場		
⑧	阪神水道企業団	猪名川浄水場	大道取水場	278.7	
⑨	大阪市	柴島浄水場		278.2	
	吹田市	泉浄水所			
	阪神水道企業団	尼崎浄水場	淀川取水場		
	尼崎市	神崎浄水場	柴島取水場		

(参考)

本モデルにおいては、流速の計算及び出力を行っていないため時間軸での評価を行うことはできない。しかし、流量の計算及びその過程で各メッシュの河川の流水断面積 (m<sup>2</sup>) については推定している。(断面積は解析の容易性を考慮したものであり二等辺三角形の単断面となっている。)

ここでは、流速 (m/s) = 流量 (m<sup>3</sup>/s) / 流水断面積 (m<sup>2</sup>) より、月別の定常計算における流量と流水断面積の推定結果を使って流速を求めたものを参考として記載する。

本試行においては1月の定常計算により結果を出力しているが、それぞれ各ケースで用いた流量の計算結果より流速の概算を求めると、流出源から河口までの区間の流速は**0.518~0.542m/s**であった。

流出源から各取水口までの距離を計算メッシュ上の距離とし、流速を平均**0.53m/s**として物質が取水口に到達するまでの時間を求めると表5-3-12に示すとおりの結果となる。

また、流出源から河口に到達するまでの距離は約**35km**であり、到達時間は約**18.3**時間である。

表5-3-12 流出源から各取水口に物質が到達するまでの時間

取水口番号	事業主体	浄水場名	取水場名	流出源からの距離*	到達時間
①	大阪市	豊野浄水場	楠葉取水場	—	—
②	大阪広域水道企業団	村野浄水場	磯島取水場	—	—
③	枚方市	中宮浄水場	磯島取水場	—	—
④	寝屋川市	香里浄水場	木屋取水場	約5km	約2.6時間
⑤	大阪市	庭窪浄水場		約13km	約6.8時間
⑥	大阪広域水道企業団	庭窪浄水場		約14km	約7.3時間
	大阪市	庭窪浄水場			
	守口市	守口浄水場			
⑦	大阪広域水道企業団	三島浄水場	一津屋取水場	約15km	約7.9時間
	大阪市	柴島浄水場	一津屋取水場		
	尼崎市	神崎浄水場	一津屋取水場		
	伊丹市	千僧浄水場	一津屋取水場		
⑧	阪神水道企業団	猪名川浄水場	大道取水場	約16km	約8.4時間
⑨	大阪市	柴島浄水場		約21km	約11.0時間
	吹田市	泉浄水所			
	阪神水道企業団	尼崎浄水場	淀川取水場		
	尼崎市	神崎浄水場	柴島取水場		

※ 流出源から取水口位置までの距離は、計算メッシュ上での距離である。

### 3) 土壌 GERAS-3によるリスク評価の試行結果

リスク評価を試行したシナリオは表5-3-1に記載の内容のうち、以下に示すケース10-1からケース11である。

GERAS-3を用いたリスク評価では、災害時を想定して流出した液体・溶液が、地下浸透した際の土壌中や地下水中での有害物質の汚染の広がりを予測し、地下水の環境基準超過についてリスク評価の試行を行った。試行は以下の3ケースについて実施した。

■ケース10-1, 10-2 (内陸、化学工業+金属製品製造業+電気機械器具製造業、保管タンク、フッ素、土壌、土壌への吸着あり(ケース10-1)、吸着なし(ケース10-2))

表層土壌へのフッ素(フッ化水素酸)の流出量	34.4m <sup>3</sup> (タンク内でバルブ位置より上の保管量が流出)
フッ素(フッ化水素酸)の排出期間	期間は設定せず、物質の濃度を表層土壌の初期条件として入力

注) 本ツールではフッ化水素を対象とした計算を行うことはできないため、ここでは代わりにフッ素の土壌中濃度の予測計算を行った。

■ケース11(内陸、洗濯業、洗浄施設、テトラクロロエチレン、土壌)

表層土壌への油(テトラクロロエチレン)の流出量	150L
油(テトラクロロエチレン)の排出期間	期間は設定せず、物質の濃度を表層土壌の初期条件として入力

#### u 解析モデル(GERAS-3)の概要図

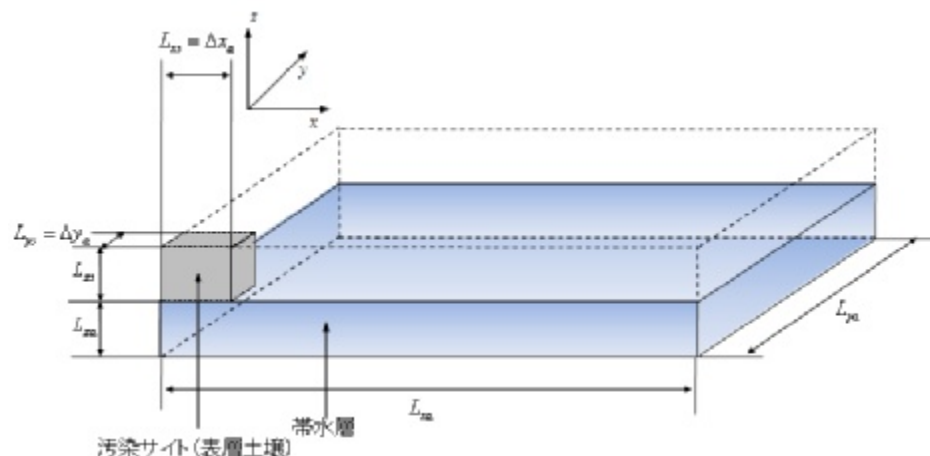


図5-3-68 表層土壌から帯水層へ至る汚染物質の浸透現象のモデル化  
解析領域のイメージ図

(参考：独立行政法人 産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門 地圏環境リスク研究グループ  
地圏環境リスク評価システム詳細型モデル (GERAS-3) マニュアル)

◆リスク評価に用いた情報

本試行において計算に用いたパラメータは表5-3-13に示すとおりである。

表5-3-13 (1) 計算に用いた入力データ (デフォルト値、入力値)

1) 計算領域のスケール (汚染サイトの位置の設定)		デフォルト値	入力値
帯水層の X 方向の距離	次元: m	200	500
帯水層の Y 方向の距離	次元: m	200	500
帯水層の厚さ	次元: m	1	1
表層土壌の厚さ	次元: m	2	2
表層土壌の Y 方向の奥行き	次元: m	1	1
汚染サイト (廃棄物処分場) の X 方向の位置	次元: m	10	10
汚染サイト (廃棄物処分場) の Y 方向の位置	次元: m	10	10
廃棄物処分場の X 方向の距離	次元: m	100	100
廃棄物処分場の Y 方向の距離	次元: m	100	100
2) ブロック刻み、時間刻み、圧力方程式の解法の設定		デフォルト値	入力値
帯水層の X 方向のブロックの長さ	次元: m	10	10
帯水層の Y 方向のブロックの長さ	次元: m	10	10
表層土壌の X 方向のブロックの長さ	次元: m	0.5	0.2
表層土壌の Z 方向のブロックの長さ	次元: m	0.2	0.2
帯水層における流動計算のための時間刻み	次元: day	0.5	1
表層土壌における流動計算のための時間刻み	次元: day	0.1	0.1
表層土壌の流動計算における収束判定有り or 無し (有り: 1、無し: 2)			1
表層土壌における流動計算のための最小時間刻み	次元: sec	1	1
表層土壌の時間刻みの倍数		1.2	1.2
表層土壌の収束判定における時間刻みの除数		5	5
表層土壌における飽和率の和の許容誤差		0.02	0.02
帯水層における圧力方程式の解法 (通常の高スの消去法: 1、解析領域の分割解法: 2)			2
表層土壌における圧力方程式の解法 (通常の高スの消去法: 1、解析領域の分割解法: 2)			2
3) 温度・圧力条件の設定		デフォルト値	入力値
帯水層の初期圧力	次元: atm	1	1
帯水層の温度	次元: °C	15	15
表層土壌の初期圧力	次元: atm	1	1
表層土壌の温度	次元: °C	20	20
4) 絶対浸透率		デフォルト値	入力値
帯水層の X 方向の透水係数	次元: m/sec	8.520E-06	8.52E-06
帯水層の Y 方向の透水係数	次元: m/sec	8.520E-06	8.52E-06
帯水層の X 方向の絶対浸透率	次元: Darcy	1	1
帯水層の Y 方向の絶対浸透率	次元: Darcy	1	1
表層土壌の X 方向の透水係数	次元: m/sec	4.260E-07	4.26E-07
表層土壌の Z 方向の透水係数	次元: m/sec	4.260E-07	4.26E-07
表層土壌の X 方向の絶対浸透率	次元: Darcy	0.05	0.05

表5-3-13(2) 計算に用いた入力データ(デフォルト値、入力値)

表層土壌のZ方向の絶対浸透率	次元: Darcy	0.05	0.05
帯水層の間隙比	無次元	0.6667	0.6667
帯水層の孔隙率	無次元	0.4	0.4
表層土壌の間隙比	無次元	0.6667	0.6667
表層土壌の孔隙率	無次元	0.4	0.5
帯水層を構成する砂粒子の平均粒径		2.E-04	0.0002
表層土壌を構成する粒子の平均粒径		1.E-04	0.0001
<b>5) 表層土壌の土粒子密度</b>		デフォルト値	入力値
表層土壌の土粒子密度	次元: kg/m <sup>3</sup>	2600	2600
水および有機炭素を含む表層土壌の密度	次元: kg/m <sup>3</sup>	520	520
表層土壌のpH		7	7
表層土壌の有機炭素含有率	無次元	0.15	0.15
表層土壌の含水比	無次元	0.1795	0.1795
表層土壌の初期水飽和率	無次元	0.7	0.7
<b>6) 汚染の種類</b>		デフォルト値	入力値
汚染の種類を選択 (油分(VOCsを含む): 1、重金属: 2、油と重金属の両方: 3)			1, 2
重金属(フッ素)の物性値の設定 モル質量(kg/kmol)		19	19
水相中での拡散係数(m <sup>2</sup> /sec)		1.21E-09	1.21E-09
水相中での溶解度(mg/L)		3300000	3300000
土壌への飽和吸着量(mg/kg)(吸着無しの場合は0とする)		330000	330000
油(テトラクロロエチレン)の物性値の設定 比重		1.6227	1.6227
モル質量(kg/kmol)		165.83	165.83
粘度(mPa·s)		0.88	0.88
水相中での拡散係数(m <sup>2</sup> /sec)		8.20E-10	8.20E-10
水相中での溶解度(mg/L)		2.00E+02	2.00E+02
飽和蒸気圧(Pa)		1.90E+03	1.90E+03
沸点(K)		394.15	394.15
汚染浄化の取り扱い(考慮せず: 1、考慮: 2)			1
<b>7) 初期分布データの読み込みの設定</b>		デフォルト値	入力値
表層土壌の重金属成分の土壌中濃度の読み込み(無し: 1、有り: 2)		1	2
<b>9) 流入および気象条件の設定</b>		デフォルト値	入力値
地下水の動水勾配	次元: m/m	3.72E-02	3.72E-02
地下水の見かけ流速	次元: m/years	10	10
表層土壌への油の浸透レート	次元: m <sup>3</sup> /days	0.1	0.
油の排出期間	次元: 年	5	0.
年間の降水量	次元: mm/year	1326.0	1326.0
風速	次元: m/sec	2	2
<b>10) 計算期間</b>		デフォルト値	入力値
計算期間	次元: 年	10	20
結果の出力時間(結果を何日毎に出力するか)	次元: 日	10	5
濃度の時間変化を出力させるX方向の位置	次元: m	50	10
濃度の時間変化を出力させるY方向の位置	次元: m	50	10

注) 8)では曝露量に関する設定を行うが、今回は対象としていないため省略している。

ウ GERAS-3によるリスク評価の試行結果

■ケース10-1(内陸、化学工業+金属製品製造業+電気機械器具製造業、保管タンク、フッ化水素、土壌)

計算条件(重金属:フッ素, 油の流入無し、土粒子への吸着あり)

○汚染物質の初期配置の位置(表層土壌)

※ 本ケースでは、下図のように初期の汚染範囲を深さ1m、x方向に9m、奥行き10mとした。(注:計算領域は1メッシュ=0.2m×0.2mで分割している。)

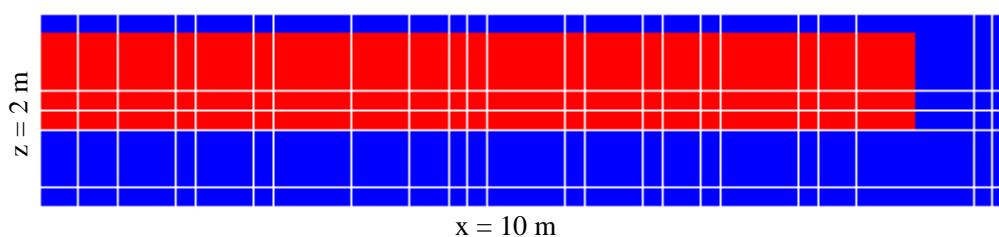


図5-3-69 表層土壌(鉛直断面)における汚染物質の初期配置の位置

○計算の結果（帯水層、土壌中のフッ素の含有量）

※ 本ケースにおける試計算の結果では、帯水層の間隙水中の濃度が計算上0であり、コンター図が出力されなかったため、土粒子への吸着濃度を計算結果として図示する。

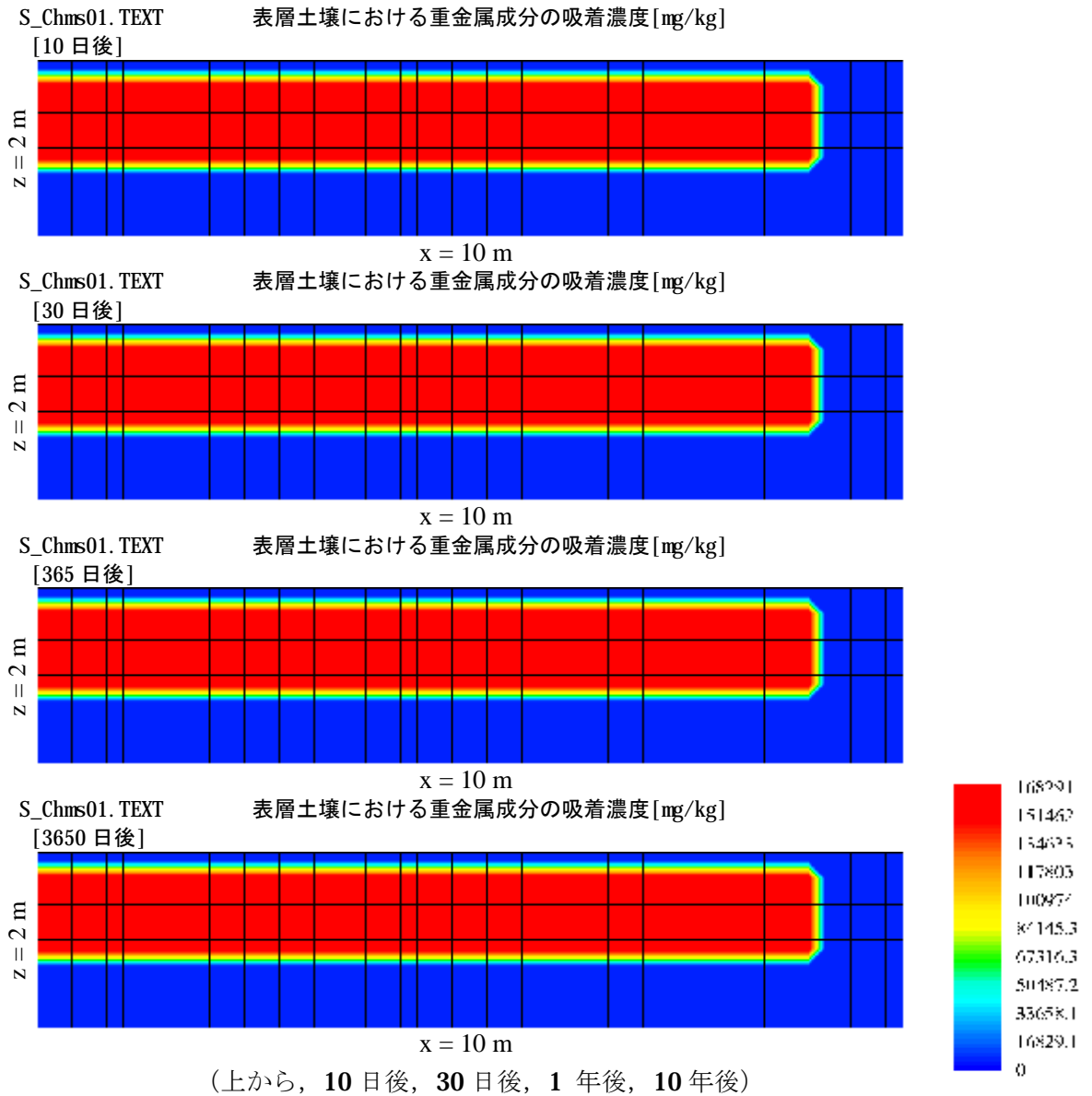


図5-3-70 表層土壌（鉛直断面）の重金属成分の吸着濃度の経時変化

表 5-3-14 流出源から流下方向への距離と間隙水中における物質濃度 (mg/L) の時系列変化

ケース番号	流下方向への距離	流下方向への距離				地下水環境基準
		10m	80m	250m	500m	(mg/L)
ケース10-2 (フッ素、 土壌への 吸着有り)	10日後	0	0	0	0	ふっ素 0.8 以下
	30日後	0	0	0	0	
	90日後	0	0	0	0	
	180日後	0	0	0	0	
	1年後	0	0	0	0	
	5年後	0	0	0	0	
	10年後	0	0	0	0	

注) 表では計算上、0.0000000000E+00 と出力されたものについては「0」と表記している。



■ケース 10-2 (内陸、化学工業+金属製品製造業+電気機械器具製造業、保管タンク、フッ化水素、土壌)

計算条件 (重金属: フッ素, 油の流入無し、土粒子への吸着なし)

○汚染物質の初期配置の位置 (表層土壌)

※ 本ケースでは、下図のように初期の汚染範囲を深さ **1m**、**x** 方向に **9m**、奥行き **10m** とした。(注: 計算領域は **1** メッシュ=**0.2m**×**0.2m** で分割している。)

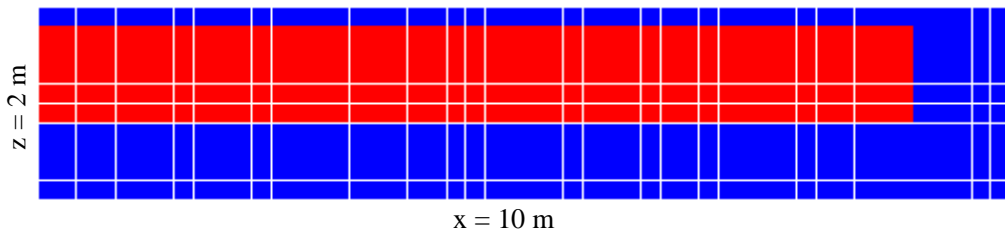
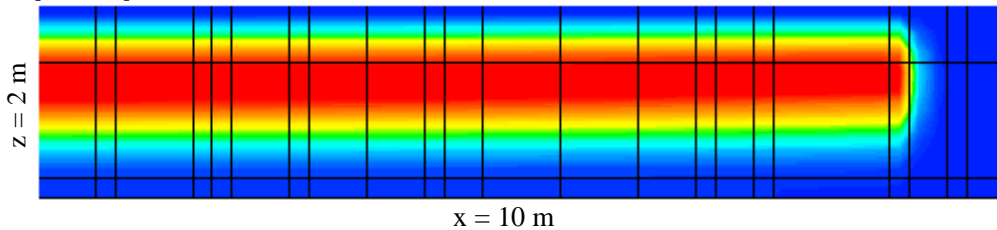


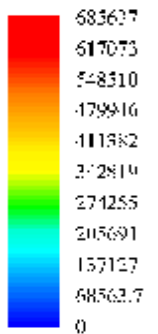
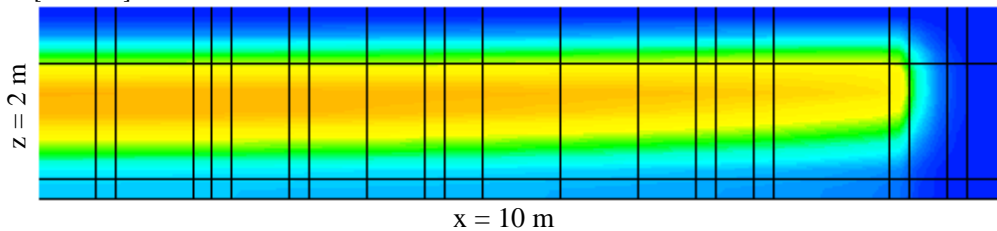
図 5-3-71 表層土壌 (鉛直断面) における汚染物質の初期配置の位置

○表層土壌における重金属の溶解濃度 [mg/L]

S\_Chmw01.TEXT 表層土壌における重金属成分の溶解濃度 [mg/L]  
[10 日後]

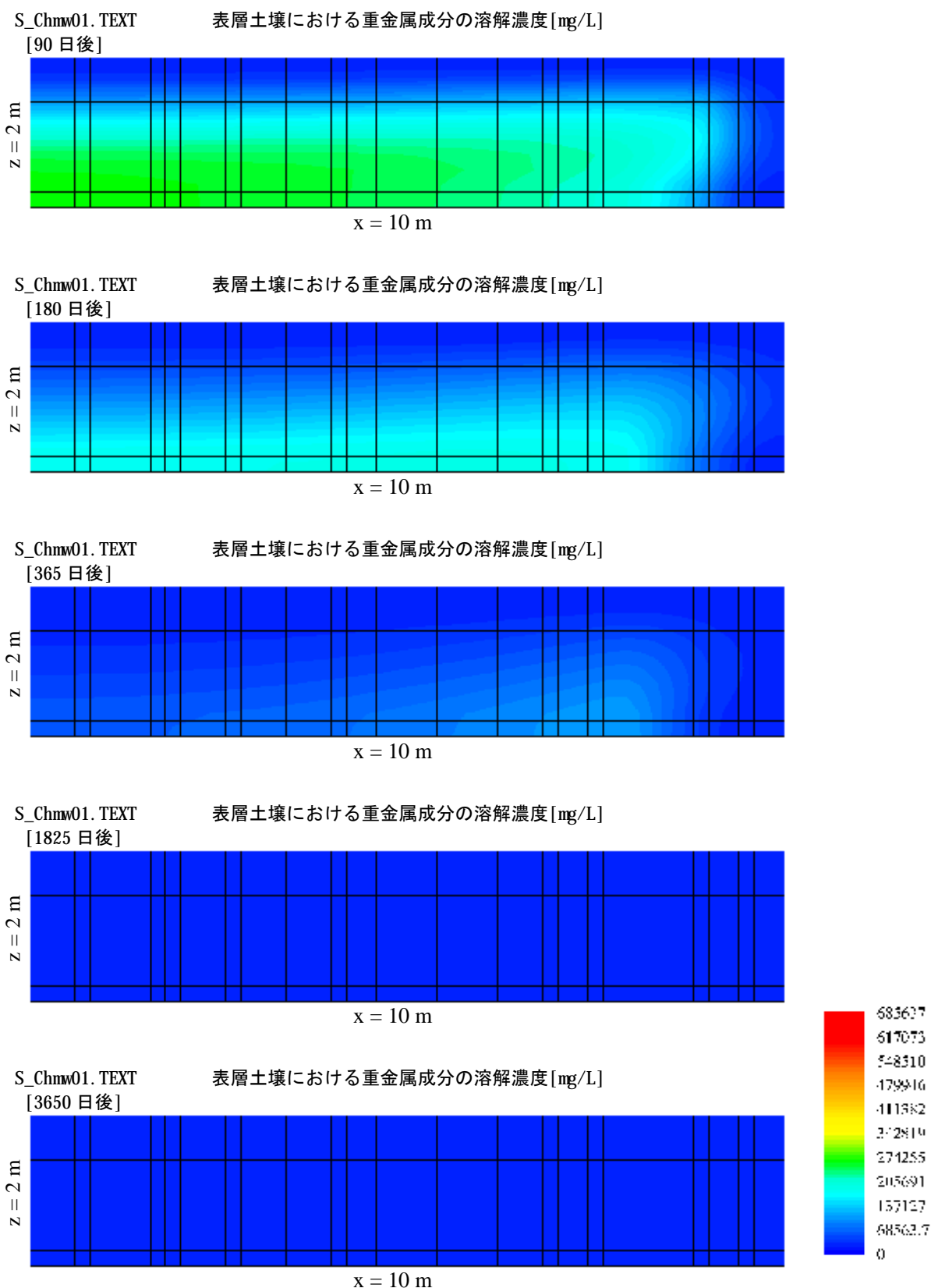


S\_Chmw01.TEXT 表層土壌における重金属成分の溶解濃度 [mg/L]  
[30 日後]



(上から, 10 日後, 30 日後)

図 5-3-72 (1) 表層土壌 (鉛直断面) の重金属成分の溶解濃度の経時変化



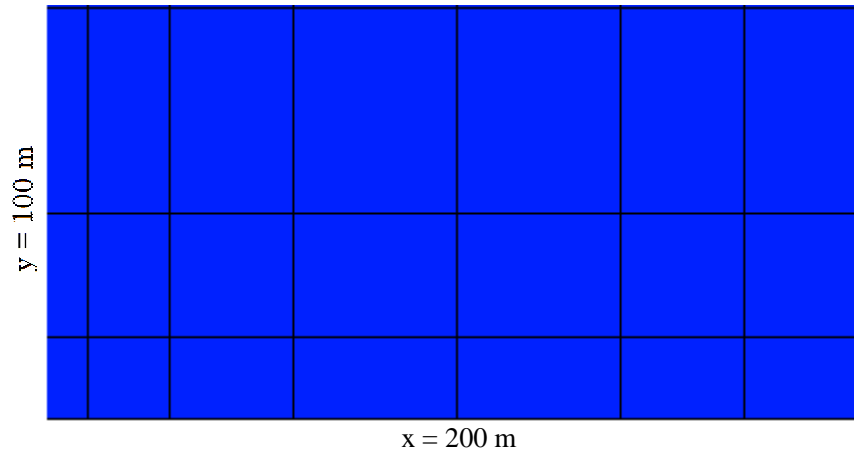
(上から, 90 日後, 180 日後, 1 年後, 5 年後, 10 年後)

図 5-3-72 (2) 表層土壌 (鉛直断面) の重金属成分の溶解濃度の経時変化

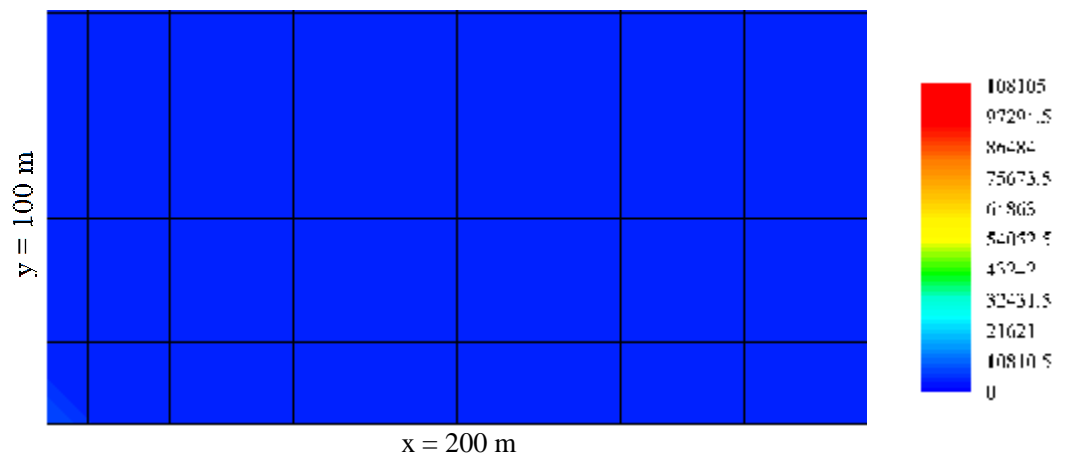
○計算の結果（帯水層における間隙水中のフッ素濃度）

（注：計算領域は1メッシュ=10m×10mで分割している。）

A\_Chmw.TEXT 帯水層における重金属成分01の溶解濃度[mg/L]  
[10日後]



A\_Chmw.TEXT 帯水層における重金属成分01の溶解濃度[mg/L]  
[30日後]

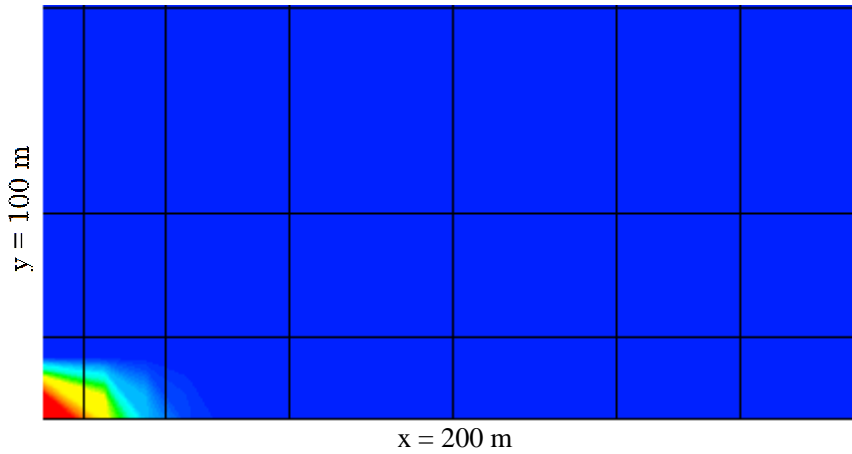


（上から，10日後，30日後）

図5-3-73(1) 帯水層（水平断面）の重金属成分の吸着濃度の経時変化

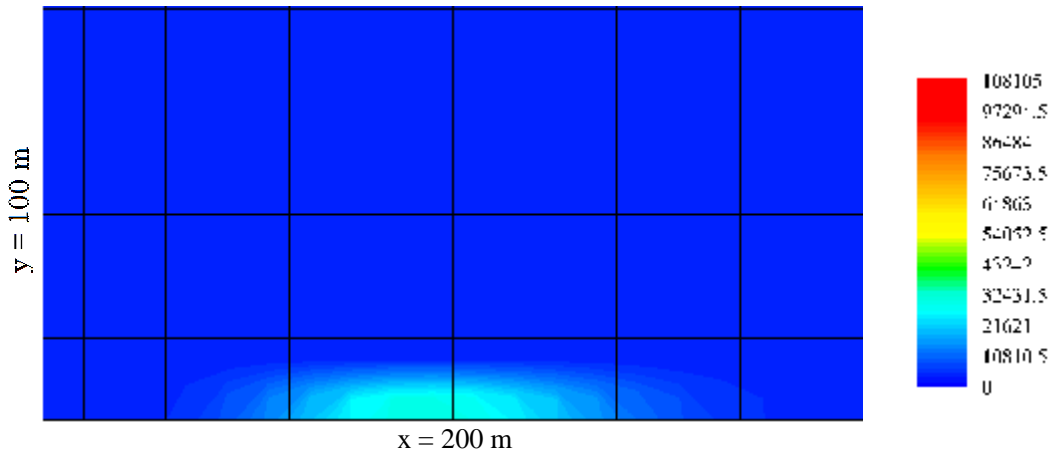
A\_Chmw.TEXT  
[365日後]

帯水層における重金属成分01の溶解濃度[mg/L]



A\_Chmw.TEXT  
[3650日後]

帯水層における重金属成分01の溶解濃度[mg/L]



(上から、1年後、10年後)

図5-3-73(2) 帯水層(水平断面)の重金属成分の吸着濃度の経時変化

表5-3-15 流出源から流下方向への距離と間隙水中における物質濃度(mg/L)の時系列変化

ケース番号	経過時間	流下方向への距離				地下水環境基準 (mg/L)
		10m	80m	250m	500m	
ケース10 (フッ素、 土壌への 吸着無し)	10日後	109.42	0.00	0	0	ふっ素0.8 以下
	30日後	4,084.98	0.00	0	0	
	90日後	42,523.52	0.00	0	0	
	180日後	91,552.66	0.00	0	0	
	1年後	104,140.95	1.47	0.00	0	
	5年後	2,960.39	16,305.52	0.00	0.00	
	10年後	20.38	22,043.82	7.81	0.00	

注) 表では計算上、0.000000000E+00と出力されたものについては「0」と表記しており、その他の数値は小数点第3位で四捨五入した値を表記している。

■ケース 1 1 (内陸、洗濯業、洗浄施設、テトラクロロエチレン、土壌)

計算条件 (油:テトラクロロエチレン, 油の流入無し (初期値として配置))

○汚染物質の初期配置の位置 (表層土壌)

※ 本ケースでは、下図のように初期の汚染範囲を深さ **0.4m**、**x** 方向に **0.4m**、奥行き **10m** とした。(注: 計算領域は **1** メッシュ=**0.2m**×**0.2m** で分割している。)

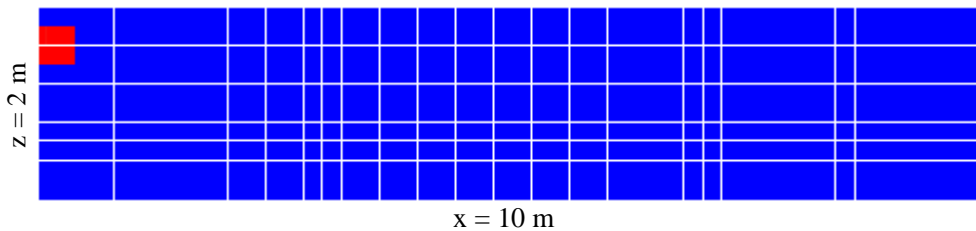
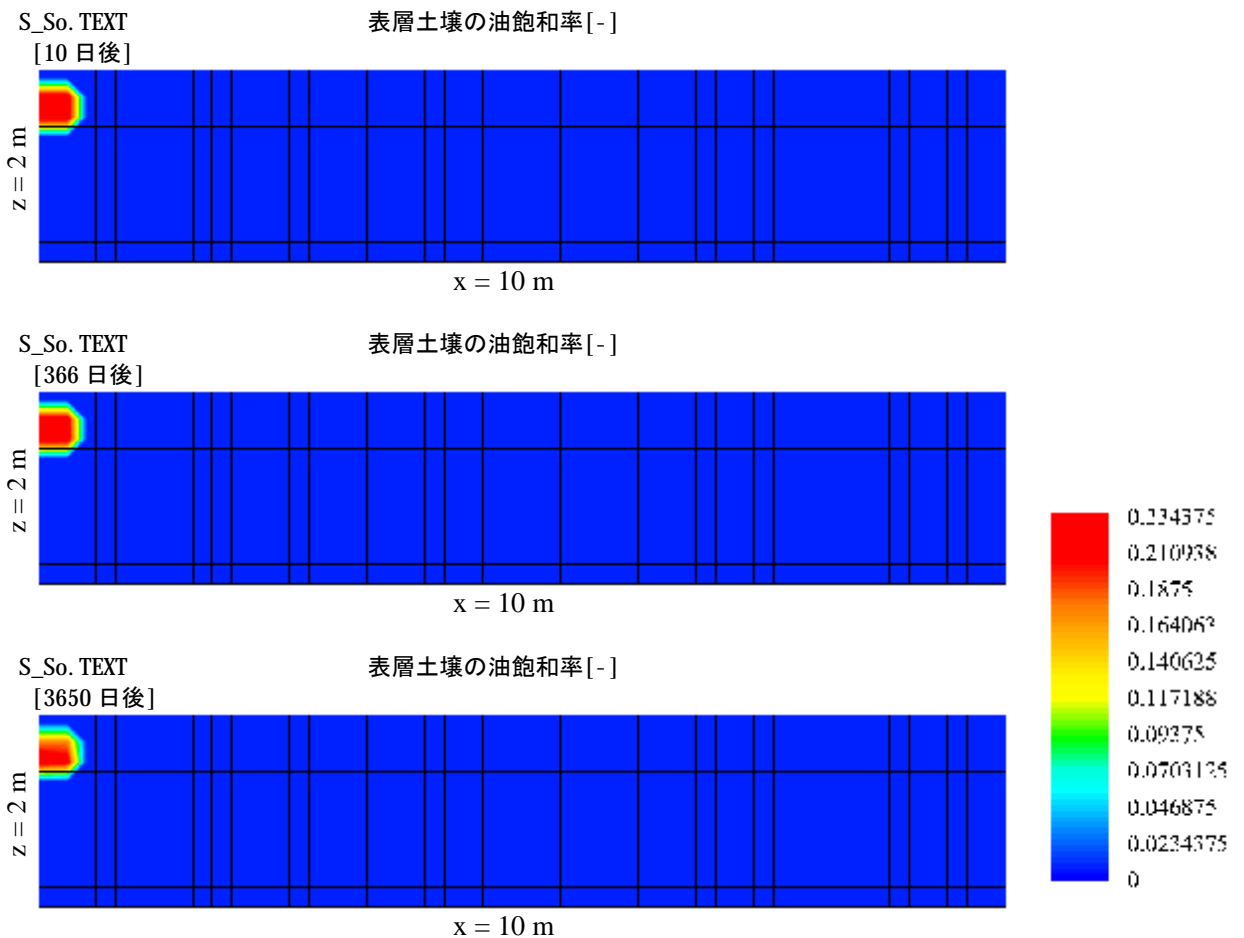


図 5 - 3 - 7 4 表層土壌 (鉛直断面) における汚染物質の初期配置の位置

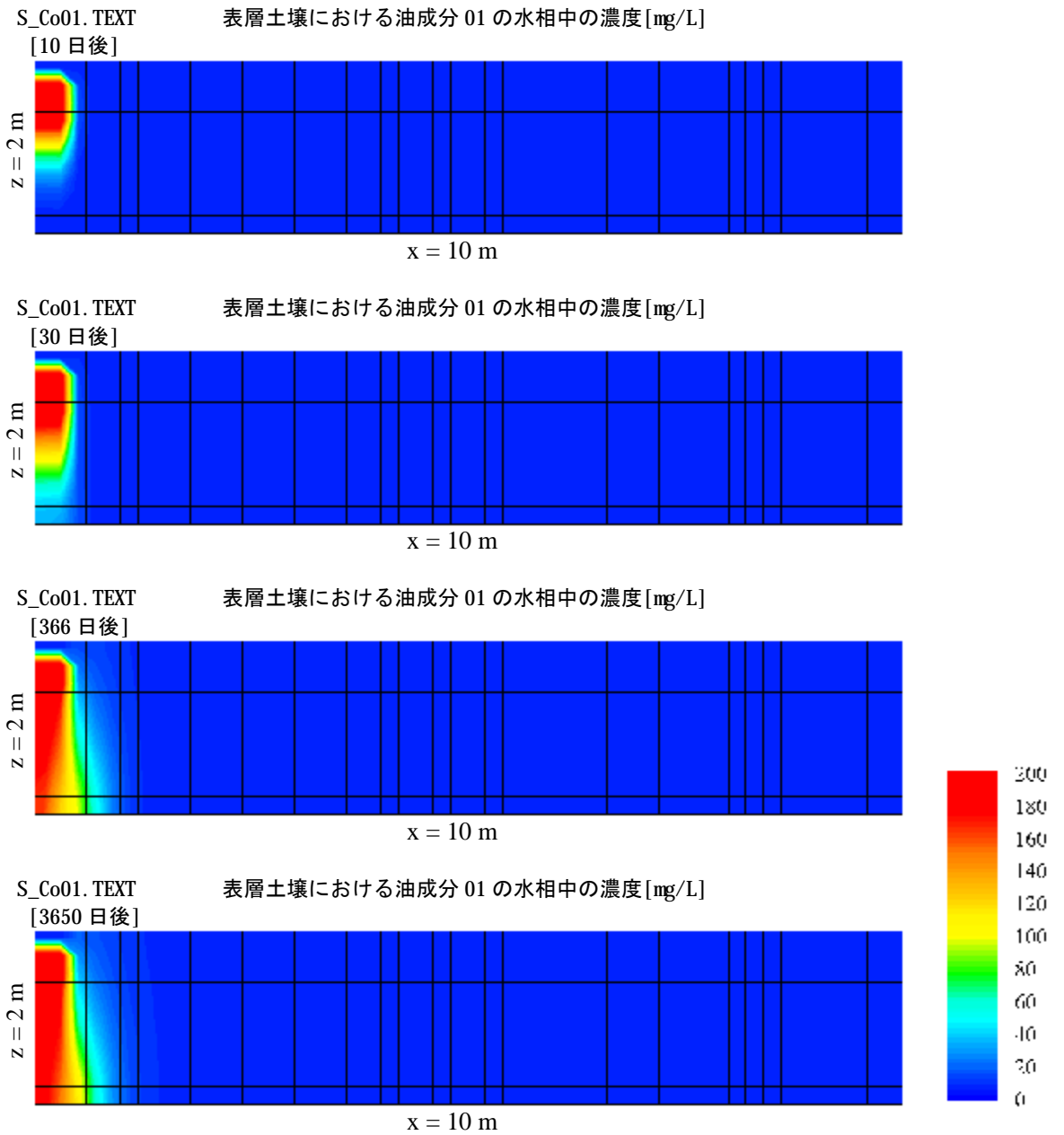
○計算結果 (表層土壌における油 (テトラクロロエチレン) の飽和率[-])



(上から, 10 日後, 1 年後, 10 年後)

図 5 - 3 - 7 5 表層土壌 (鉛直断面) の油飽和率分布の経時変化

○表層土壌における油の間隙水中のテトラクロロエチレン濃度[mg/L]



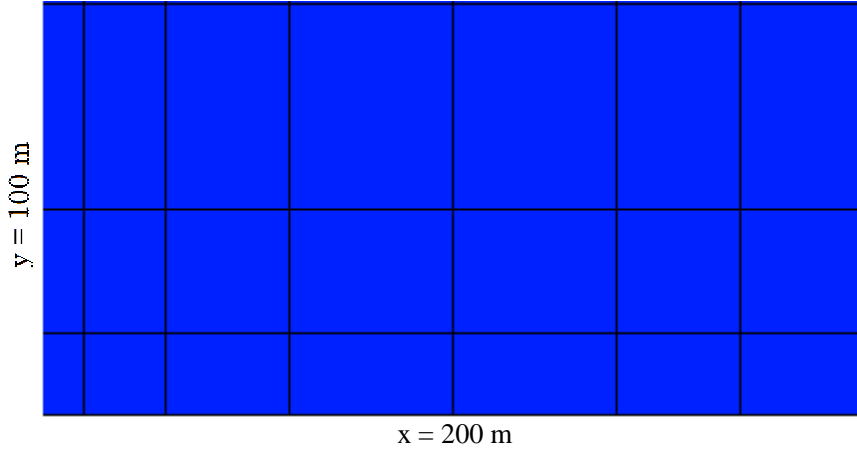
(上から, 10 日後, 30 日後, 1 年後, 10 年後)

図 5 - 3 - 7 6 表層土壌 (鉛直断面) の間隙水中の油の濃度分布の経時変化

○計算結果（帯水層における間隙水中のテトラクロロエチレン濃度）

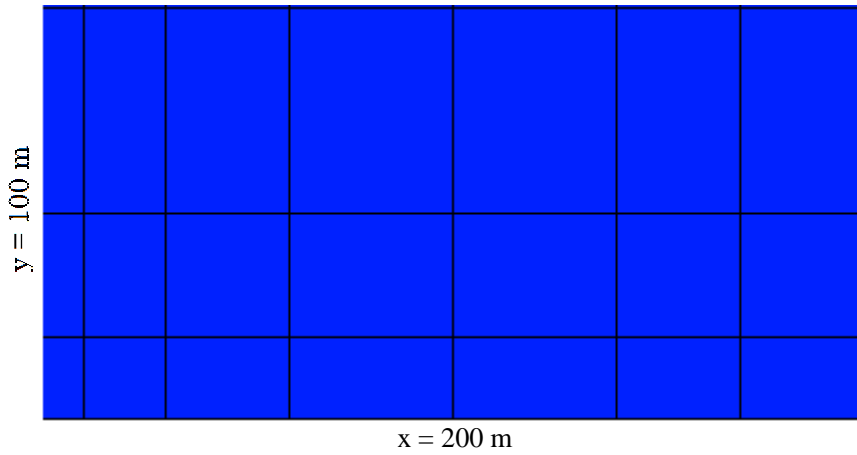
A\_Co01.TEXT  
[10日後]

帯水層における油成分 01 の水相中の濃度[mg/L]



A\_Co01.TEXT  
[30日後]

帯水層における油成分 01 の水相中の濃度[mg/L]

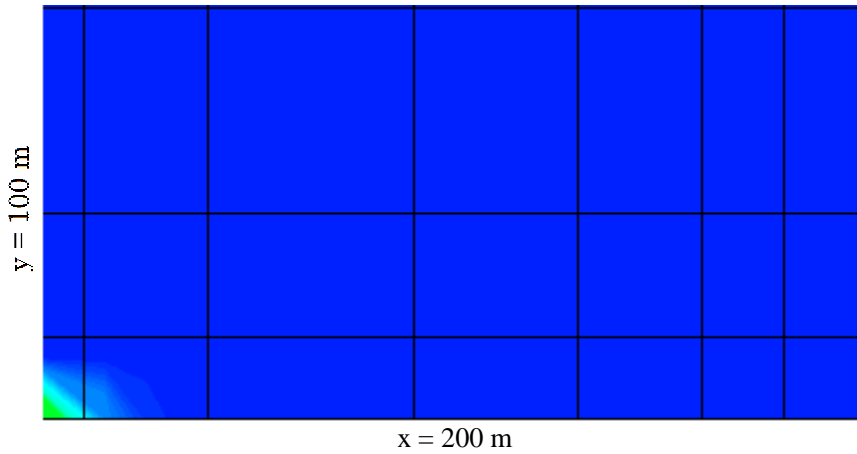


（上から、10日後、30日後）

図5-3-77(1) 帯水層（水平断面、間隙水中）の油成分（テトラクロロエチレン）の濃度の経時変化

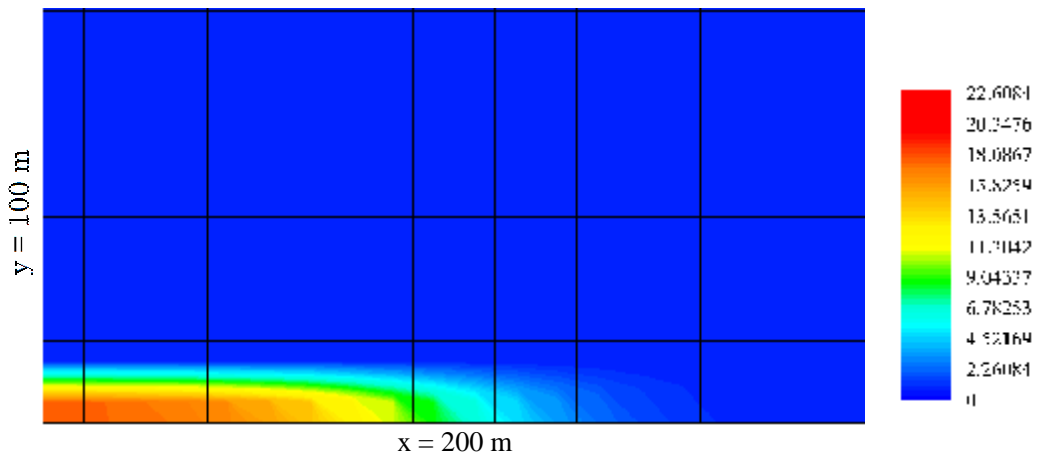
A\_Co01.TEXT  
[366 日後]

帯水層における油成分 01 の水相中の濃度 [mg/L]



A\_Co01.TEXT  
[3650 日後]

帯水層における油成分 01 の水相中の濃度 [mg/L]



(上から, 1 年後, 10 年後)

図 5-3-77 (2) 帯水層 (水平断面、間隙水中) の油成分 (テトラクロロエチレン) の濃度の経時変化

表 5-3-16 流出源から流下方向への距離と間隙水中における物質濃度 (mg/L) の時系列変化

ケース番号	経過時間	流下方向への距離				地下水環境基準 (mg/L)
		10m	80m	250m	500m	
ケース 1 1 (テトラクロロエチレン)	10 日後	0.00	0	0	0	0.01 以下
	30 日後	0.02	0.00	0	0	
	1 年後	7.43	0.00	0.00	0	
	10 年後	16.80	11.84	0.00	0.00	

注) 表では計算上、0.0000000000E+00 と出力されたものについては「0」と表記しており、その他の数値は小数点第 3 位で四捨五入した値を表記している。



③ リスク評価の実施方法及び留意事項について

リスク評価の試行を行った結果、各ツールの使用では後述する事項について留意が必要であった。事業者によるリスク評価の実施を求める場合は、これらの事項を考慮した上で、評価する対象物質や条件、方法等を示す必要がある。

1) 大気の評価ツール（CAMEO/ALOHA）を用いたリスク評価の実施方法と留意事項

リスク評価ツール CAMEO/ALOHA のうち、大気の拡散計算を行う ALOHA-JP を用いた大気のリスク評価の実施方法のフロー図を下に示す。

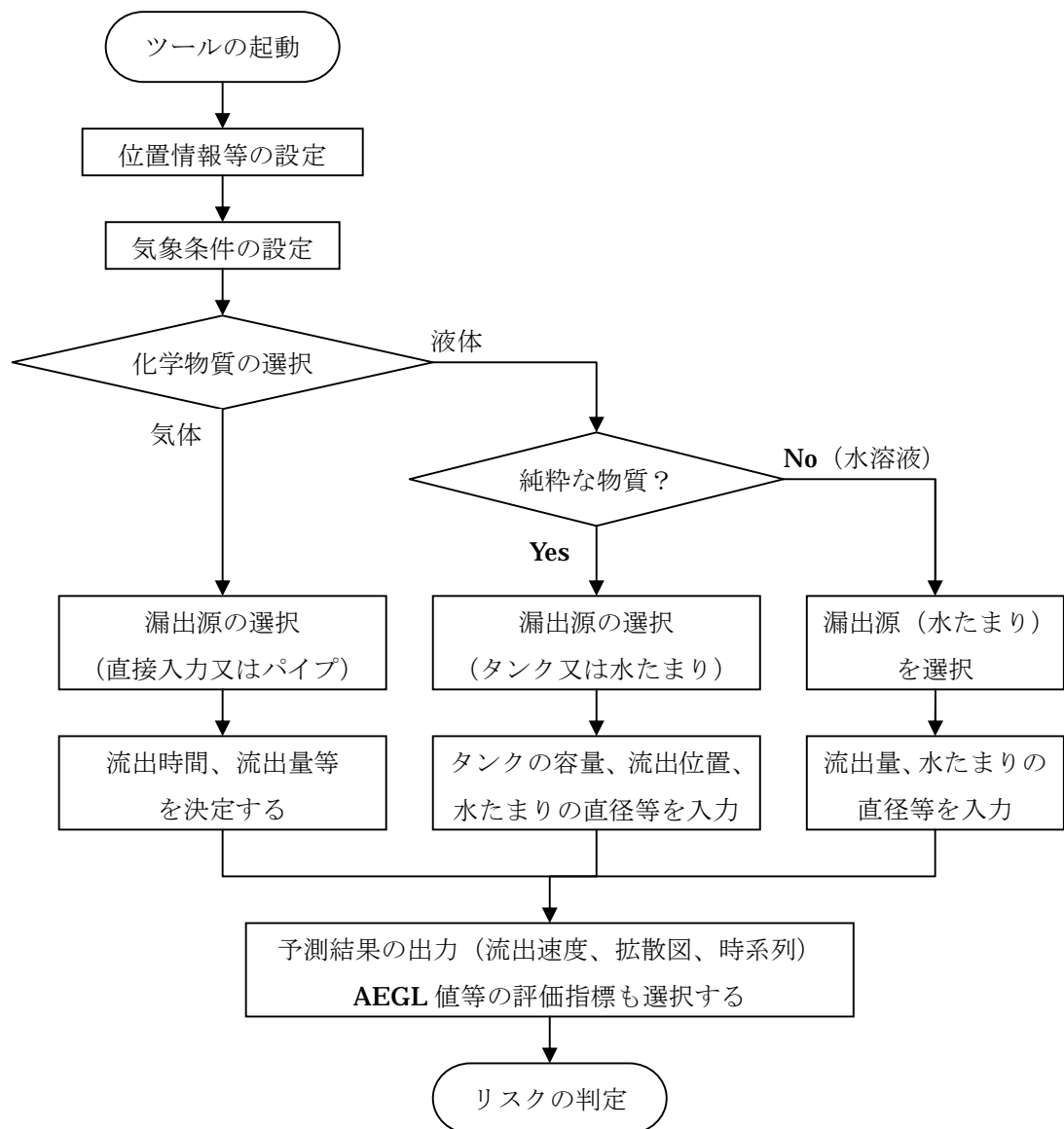


図5-3-78 ALOHA-JP によるリスク評価実施のフロー

リスク評価時における留意事項は以下のとおりである。

- 純粋な液状物質では、タンクから物質が漏洩し、気化する状況を自動的に評価するオプションが使用できるが、水溶液（アンモニア水、塩酸等 5 種類から選択可）を対象とした場合、当該オプションは使用できず、漏洩後の水たまりの状態からのみリスク評価が可能である。
- 流出源の状況を「水たまり」とした場合、具体的な水たまりの直径を入力する必要がある（不明とすることはできない）。また、水たまりの直径の入力は流出量に応じて上限が定められており、最大値を入力した場合、約 **5mm** 厚の水たまりとなる。これはツールで計算できる最も薄い水たまりであり、大気への蒸発量はこの水たまりの面積に比例するため、この場合、最も蒸発速度が大きいワーストケースでの評価となる。実際にリスク評価を実施する際は、事業所の敷地面積や防液堤内の面積を与える等を考慮する必要がある。
- 流出源の状況を「パイプ（配管）」からとした場合、選択できる物質は気体のみであり、また、大気圧の **2** 倍以上の圧力を設定する必要がある。（設定した容量が任意の時間で漏洩する場合を、強制的に計算することは可能）
- **CAMEO/ALOHA** で評価できるのは純粋な物質及び水溶液のうち一つの物質についてであり、複数の物質が混合しているものについては同時に評価できない。
- **AEGL** 値等については最新の情報ではないため、必要に応じて情報を追加する必要がある。
- 計算結果のうち、拡散図（影響範囲）の出力においては流出源付近の分布となる場合、予測精度の点から表示されないことがある。（例えば時系列で見た場合、**AEGL-3** を超えていたとしても拡散図では **AEGL-3** の範囲が表示されていない等）
- 屋内に施設が設置されている場合、漏洩箇所等については、実際の建物構造等を考慮した評価を行うことが必要である。

2) 河川の評価ツール (AIST-SHANEL) を用いたリスク評価の実施方法と留意事項  
リスク評価ツール AIST-SHANEL を用いた河川のリスク評価の実施方法のフロー図を  
下に示す。

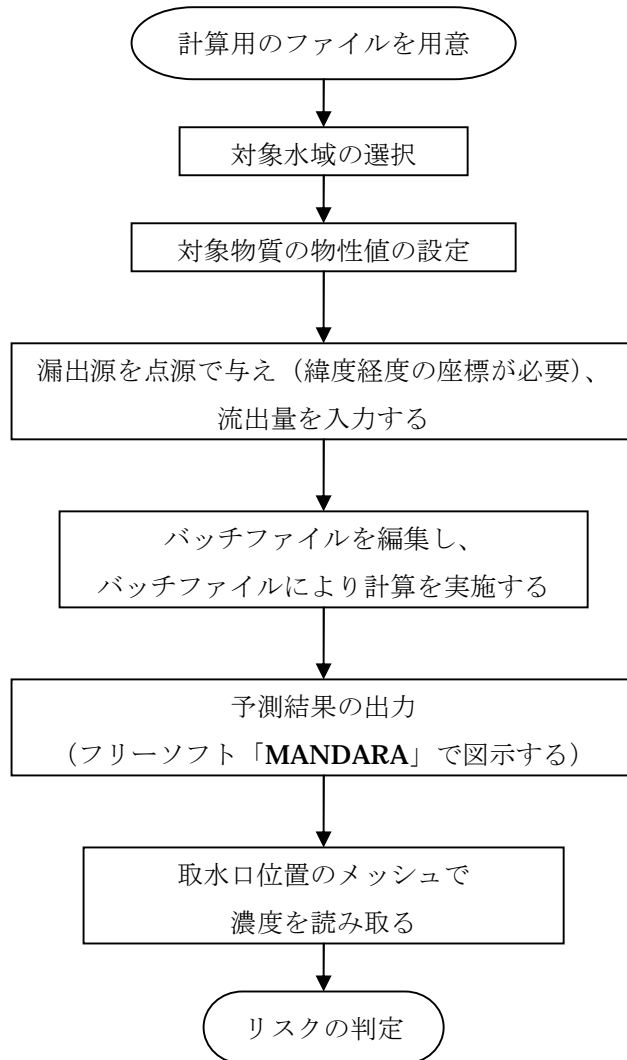


図 5-3-79 AIST-SHANEL によるリスク評価実施のフロー

リスク評価時における留意事項は以下のとおりである。

- ・ 計算時に必要となる化学物質の物性値のうち、有機炭素水分配係数については化学物質有害性評価書や初期リスク評価書にも記載がない物質がある (実際の評価時には、安全側の評価として、吸着の効果が小さくなる数値を使用することが望ましいと考えられる)。
- ・ 有機炭素水分配係数等のパラメータの値を入力する際、誤って空白や **0** という値を入れると計算が途中で強制終了することがある (分母が **0** になるため)。
- ・ 計算実施時には簡単なバッチファイルの編集が必要となる。その際、計算先フォルダ

の **PATH** 等を指定する必要がある。

- 本モデルを今回の試行のように点源から多量の物質が排出されたとして計算を行うと、流下方向以外（本川や支川の上流方向）にも拡散の影響でわずかに濃度が高くなるメッシュが出現するが、これはモデルの移流拡散の計算によるものである。

3) 土壌 (GERAS-3) のリスク評価 (ツール使用時) における留意事項

リスク評価ツール GERAS-3 を用いた土壌のリスク評価の実施方法のフロー図を下に示す。

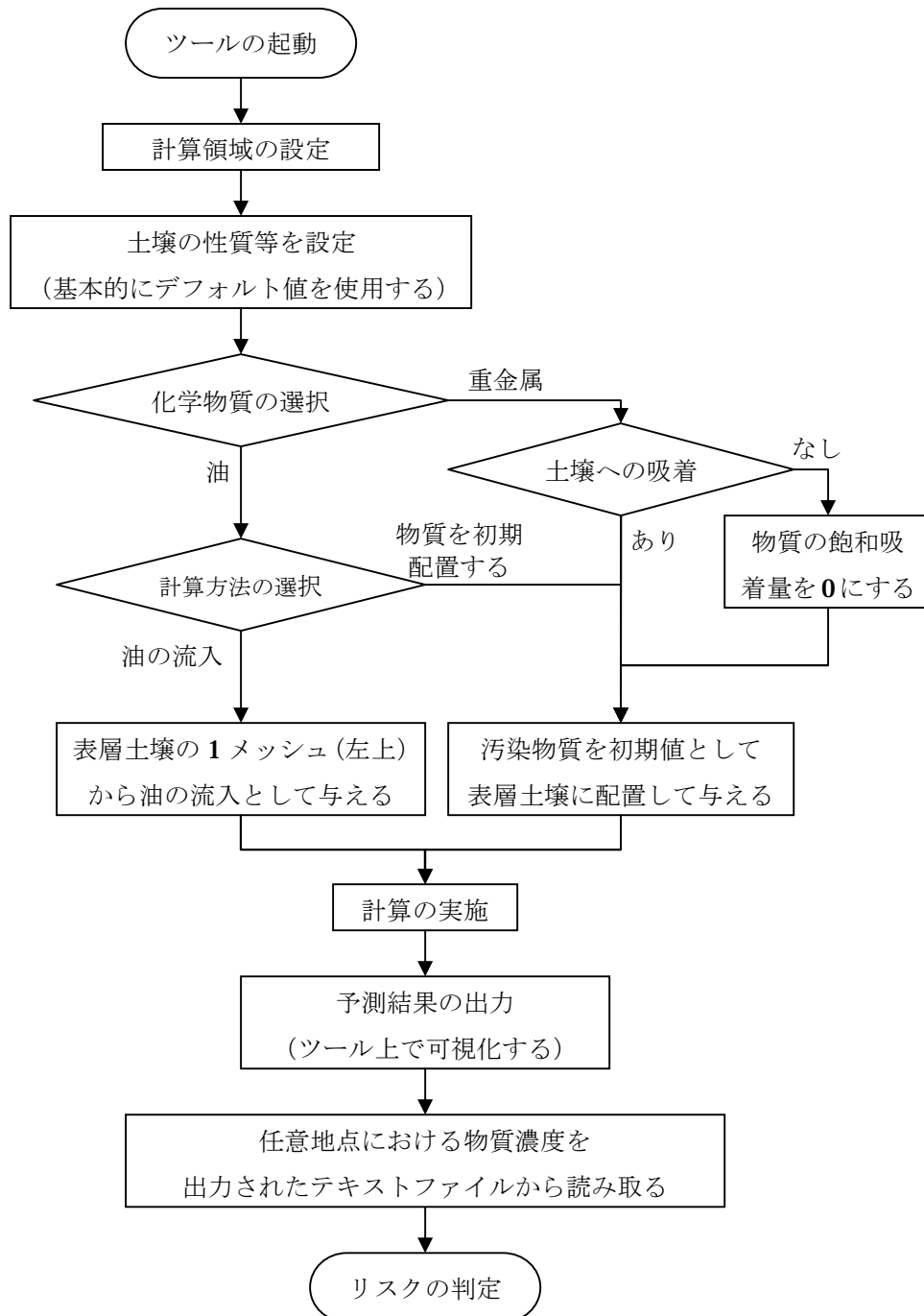


図 5-3-80 GERAS-3 によるリスク評価実施のフロー

リスク評価時における留意事項は以下のとおりである。

- ・ 重金属を評価する場合、物質の土壌への吸着を有り・無しとして評価することができる。（地下水の汚染を評価する場合はツールの仕様上、吸着を無しとした評価の方が Worst Case としての評価になると考えられる。）  
また、油については土粒子への吸着のパラメータがないため考慮できないが、残留油飽和率の設定があり（値は **0.216** という設定で物質によらず一律）、油飽和率が残留油飽和率に達すると、油は流動せず土壌中（表層土壌）に固定されるというモデルになっている。
- ・ 初期条件を読み込む等の設定をした場合、そのファイルを用意する必要があり、ファイルが存在しない場合は計算が途中で終了する。
- ・ 計算結果の可視化はツールに内蔵された機能で実施できるが、メッシュは正方形で表示される、帯水層のスケール（x, y 方向）のみ表示される、カラーバーの上限、下限は読み込んだデータから自動的に設定される、等の制限がある。
- ・ 任意の地点・深さにおける計算値を読み取る場合、出力されたテキストファイルから直接読み取る必要がある。

また、土壌の予測計算では基本的にツールのデフォルト値を使用しているが、本試行においてデフォルト値を変更したパラメータとその理由については以下の表 5-3-17 に示すとおりである。

表 5-3-17 デフォルトから変更した箇所とその理由

変更した箇所	理由
帯水層の X, Y 方向の距離	500m 先の地点での濃度を評価するため、200m→500m とした。
表層土壌の X 方向のブロックの長さ	メッシュを正方形の格子にするため、Z 方向のブロックの長さと同じに 0.5m→0.2m とした。
帯水層における流動計算のための時間刻み	マニュアルに記載の計算事例に則って 1 とした。
表層土壌の流動計算における収束判定有り or 無し (有り: 1、無し: 2)	マニュアルに記載の計算事例に則って 1 とした。
帯水層・表層土壌における圧力方程式の解法 (通常のガウスの消去法: 1、解析領域の分割解法: 2)	計算時間短縮のため、2 とした。メッシュが細かい場合や油を考慮した計算では時間がかかるため、計算事例に則って設定している。
表層土壌の孔隙率	マニュアルに記載の計算事例に則って 0.4→0.5 とした。
汚染の種類を選択 (油分(VOCs)を含む): 1、重金属: 2、油と重金属の両方: 3)	シナリオで計算する物質に合わせて設定した。 (テトラクロロエチレン: 1、フッ素: 2)
表層土壌の重金属成分の土壌中濃度の読み込み(無し: 1、有り: 2)	シナリオに合わせて物質を表層土壌に初期配置したため、2 とした。
表層土壌への油の浸透レート	シナリオに合わせて物質を初期配置し、流入を考慮しないため 0 とした。
油の排出期間	シナリオに合わせて物質を初期配置し、流入を考慮しないため 0 とした。
計算期間	20 年後の結果を見るため、10→20 とした。
結果の出力時間 (結果を何日毎に出力するか)	5 日毎に結果を出力するため、10→5 とした。

6 大規模災害時における化学物質管理に係る課題と対策の整理

(1) 化学物質取扱施設における化学物質の流出が懸念される被害

本事業で実施した被災地域における被害実態調査より明らかとなった工業施設における主要な被害は以下の通りである。これらの被害のうち、化学物質の流出に係る主要な被害としては、地震・津波による配管等の破損、地震・津波によるタンクからの流出、地震・津波による容器の流出、製造施設の転倒等が挙げられる。

また、これらの被害は、災害の規模と被害の程度から考えて、大阪府域で想定されている大規模災害(最大深度6強及び津波高5m)発生時には十分起こりうるものと考えられる。

表6-1-1 工業施設における主要な被害

災害	対象施設	被害内容
地震	危険物施設	屋外タンク貯蔵所:浮屋根、付属配管等の破損による流出 屋内貯蔵所:危険物容器の落下、地下タンク貯蔵所:配管の破損 一般取扱所:配管の破損、重油の流出による火災、給油取扱所:配管の破損 移送取扱所:配管の破損
	高压ガス施設	貯槽等の倒壊・破損、配管・弁等の変形・破損、配管の破損による火災 容器置場の倒壊・破損、計装設備の破損・不具合 防火設備、貯槽温度上昇防止設備の破損・不具合 動機器の損傷、静機器の損傷、緊急遮断装置の破損 除害装置の破損・不具合、ガス漏洩警報設備の破損・不具合
	毒物・劇物 取扱施設	メッキ槽内液の漏洩
	化学物質取扱施設 (書面調査および現地調査結果)	貯蔵施設(タンク):ブレースの座屈、破断、火災の発生、停電によるタンク内圧の上昇、停電による化学物質の温度上昇、 保管施設(ボンベ等):保管物の落下による漏洩 製造施設(化学製品等):煙突の倒壊 その他施設(化学製品以外の製品製造施設、機械加工施設):装置・機器の転倒 配管:配管および配管継手部の破損、変形、液状化による浮上、
津波	危険物施設	屋外タンク貯蔵所:タンク本体の移動、配管等の破損 屋内貯蔵所:容器が建物と共に流出、一般取扱所:配管やポンプ設備等の破損 屋内タンク貯蔵所:タンク横転、配管破損、地下タンク貯蔵所:ポンプ設備等が破損 移送取扱所:配管接合部からの少量流出、屋外貯蔵所:ドラム缶等が流出 給油取扱所:配管などの破損により流出
	高压ガス施設	津波による高压ガス容器の流出 津波による貯槽設備等の流出 津波による高压ガスローリーの流出 LPガス出荷施設の火災
	毒物・劇物 取扱施設	タンク本体の破損、タンクの流失 配管の破損による流出 津波による、毒物・劇物保管容器の流出
	化学物質取扱施設 (書面調査および現地調査結果)	貯蔵施設(タンク):タンクの浮上 保管施設(ボンベ等):施設、容器が流出 製造施設(化学製品等):漂流物による設備被害 その他施設(港湾施設):ローディングアームの破損 配管の変形、配管サポート破損

(2) リスク評価の試行結果のまとめ

災害発生時における化学物質の流出及びそれに伴う健康被害や環境汚染のリスクは防災対策を講じているかどうかで大きく異なる。

以下に、本事業における大気のリスク評価の試行結果のうち、試行シナリオのケース1-1からケース5-2について防災対策の有無によるリスクの程度の違いを比較した結果を示す。

(注:ここでの防災対策は保管タンクや保管ポンペに接続されている配管に対して緊急遮断弁が取り付けられている等の想定をしたものであり、緊急遮断弁の有無により内容物の流出量が異なるという設定のもとで試行を行った結果である。)

表6-2-1 大気のリスク評価の試行結果と防災対策の有無による影響範囲の比較  
(拡散物質の最大影響範囲 (風速 2m/s 時))

ケース	対象物質	対策の有無	流出量	最大影響範囲 (m)		
				AEGL-3	AEGL-2	AEGL-1
1-1	フッ化水素酸 (55%)	対策なし	34.4m <sup>3</sup>	495	702	3,800
2-1		対策あり	0.05m <sup>3</sup>	23	32	162
3-1	エチレン オキシド	対策なし	21kg	42	88	—
4-1		対策あり	12kg	32	67	—
5-1			0.013kg	< 10	< 10	—

注) 影響範囲は評価基準 (AEGL 値) の濃度を超える可能性のある範囲を示したものであり、曝露時間等は考慮されていない。

表6-2-2 大気のリスク評価の試行結果と防災対策の有無による影響範囲の比較  
(拡散物質の最大影響範囲 (風速 4m/s 時))

ケース	対象物質	対策の有無	流出量	最大影響範囲 (m)		
				AEGL-3	AEGL-2	AEGL-1
1-2	フッ化水素酸 (55%)	対策なし	34.4m <sup>3</sup>	643	938	6,400
2-2		対策あり	0.05m <sup>3</sup>	27	38	198
3-2	エチレン オキシド	対策なし	21kg	35	77	—
4-2		対策あり	12kg	28	57	—
5-2			0.013kg	< 10	< 10	—

注) 影響範囲は評価基準 (AEGL 値) の濃度を超える可能性のある範囲を示したものであり、曝露時間等は考慮されていない。



表6-2-3 大気のリスク評価の試行結果と防災対策の有無による影響の比較  
(任意地点における物質の最大濃度 (風速 2m/s 時))

ケース	対象物質	対策の有無	流出量	任意地点における物質濃度の最大値 (ppm)		
				風下 100m	風下 500m	風下 1km
1-1	フッ化水素酸 (55%)	対策なし	34.4m <sup>3</sup>	306	43.2	12.6
2-1		対策あり	0.05m <sup>3</sup>	2.6	0.11	0.03
				風下 30m	風下 60m	風下 100m
3-1	エチレンオキシド	対策なし	21kg	390	95.3	35.1
4-1		対策あり	12kg	225	54.6	20.1
5-1			0.013kg	0.06	0.01	—

※ 表中の表記は **AEGL-3**、**AEGL-2**、**AEGL-1** の影響範囲をそれぞれ示している。

※ また、**AEGL** 値の影響範囲は予測される濃度の最大値が評価基準を超える場合の値であり、曝露時間等は考慮されていない。

表6-2-4 大気のリスク評価の試行結果と防災対策の有無による影響の比較  
(任意地点における物質の最大濃度 (風速 4m/s 時))

ケース	対象物質	対策の有無	流出量	任意地点における物質濃度の最大値 (ppm)		
				風下 100m	風下 500m	風下 1km
1-2	フッ化水素酸 (55%)	対策なし	34.4m <sup>3</sup>	414	63.5	21.6
2-2		対策あり	0.05m <sup>3</sup>	3.8	0.17	0.05
				風下 30m	風下 60m	風下 100m
3-2	エチレンオキシド	対策なし	21kg	303	73.5	27
4-2		対策あり	12kg	172	41.8	15.4
5-2			0.013kg	0.06	0.02	—

※ 表中の表記は **AEGL-3**、**AEGL-2**、**AEGL-1** の影響範囲をそれぞれ示している。

※ また、**AEGL** 値の影響範囲は予測される濃度の最大値が評価基準を超える場合の値であり、曝露時間等は考慮されていない。

表にまとめた結果より、防災対策を講じている場合は防災対策を講じていない場合に比べて、災害時における物質の流出量が減少するため、それに伴って物質が影響を及ぼす範囲（それぞれの **AEGL** 値の範囲）も小さくなっていることがわかる。

また、風下の任意地点で評価した場合においても対策を講じている場合は物質の流出量が最小限に留められるため、大気中に拡散する物質の濃度が減少し、健康被害への危険レベルの大きさ（**AEGL** 値）も低減されていることがわかる。

また、本試行のシナリオのケースでは、フッ化水素酸の流出の想定（ケース1-1、ケース1-2）においてツールで計算できる最大限の範囲に広がったと仮定して予測を行っているが、実際には防液堤やピットの設置により対策が講じられている場合においても溶液が拡がる範囲を抑えることができるため、それに伴い大気への蒸発・気化による拡散量も減少し、物質が影響を及ぼす範囲も低減される。

次に、河川のリスク評価の試行結果のうち、試行シナリオのケース7-1からケース8-2について防災対策の有無によるリスクの程度の違いを比較した結果を表6-2-5、表6-2-6に示す。（注：ここでも同様に防災対策は保管タンクや保管ポンペに接続されている配管に対して緊急遮断弁が取り付けられている等の想定をしたものであり、緊急遮断弁の有無により内容物の流出量が異なるという設定のもとで試行を行っている。）

表6-2-5 取水口番号と事業主体、取水場の名称

取水口番号	事業主体	浄水場名	取水場名
①	大阪市	豊野浄水場	楠葉取水場
②	大阪広域水道企業団	村野浄水場	磯島取水場
③	枚方市	中宮浄水場	磯島取水場
④	寝屋川市	香里浄水場	木屋取水場
⑤	大阪市	庭窪浄水場	
⑥	大阪広域水道企業団	庭窪浄水場	
	大阪市	庭窪浄水場	
	守口市	守口浄水場	
⑦	大阪広域水道企業団	三島浄水場	一津屋取水場
	大阪市	柴島浄水場	一津屋取水場
	尼崎市	神埼浄水場	一津屋取水場
	伊丹市	千僧浄水場	一津屋取水場
⑧	阪神水道企業団	猪名川浄水場	大道取水場
⑨	大阪市	柴島浄水場	
	吹田市	泉浄水所	
	阪神水道企業団	尼崎浄水場	淀川取水場
	尼崎市	神埼浄水場	柴島取水場

表 6-2-6 取水場所における河川水中の汚染物質の最大到達濃度の比較

	ケース 7-1	ケース 7-2	ケース 8-1	ケース 8-2	
対策の有無	対策なし	対策なし	対策あり	対策あり	
流出量	34.4m <sup>3</sup> /日	34.4m <sup>3</sup> /時間	0.05m <sup>3</sup> /日	0.05m <sup>3</sup> /時間	
計算結果	(フッ素及びその化合物の最大到達濃度の予測結果 (mg/m <sup>3</sup> ))				水道水質基準値 (mg/m <sup>3</sup> )
①	0	0	0	0	800
②	0	0	0	0	
③	2.4	58	0.004	0.085	
④	1,879	45,093	2.731	65.54	
⑤	1,875	45,010	2.726	65.42	
⑥	1,875	45,005	2.725	65.41	
⑦	1,875	45,000	2.725	65.40	
⑧	1,875	45,000	2.725	65.40	
⑨	1,873	44,961	2.723	65.35	

水質のリスク評価の試行結果についても同様に、対策が講じられている場合は被災時における化学物質の流出量も少なくなることが想定され、流出量の減少に応じて河川中の物質濃度も低下するという結果になっている。試行結果では対策なしの場合（ケース 7-1、ケース 7-2）は共に各取水口位置で水道水質基準値を大きく超過する物質濃度となっているが、対策ありの場合（ケース 8-1、ケース 8-2）は共に水道水質基準値以下となっており、取水制限に至るリスクも低減されていることがわかる。

以上の結果から、保管タンクや保管ポンペに接続されている配管等が災害により破損し、化学物質が流出する想定を行った場合、緊急遮断弁等の対策が行われている場合は物質の流出も配管内の物質濃度程度であると考え、健康被害のリスクや環境汚染により取水制限等が生じるリスクも大きく低減されるといえる。

(3) 大規模災害時の化学物質の流出等の未然防止に係る課題と対策

被災地域における被害実態調査結果より抽出された化学物質の流出等緊急事態の未然防止に係る課題等から、対応する対策を以下に整理した。

リスク評価の試行結果より、化学物質の有害性、取扱量等によって健康被害や環境影響のリスクが異なること、緊急遮断弁等の流出防止策によってこれらのリスクの低減が可能であることが明らかとなった。その点を踏まえると、事業所で取り扱う化学物質の有害性や取扱量を考慮して流出時のリスク評価を実施し、対策の必要性の高い施設の選定や、効果の高い対策の検討に活用するのが望ましいと考えられる。

整理した対策については、南海トラフ巨大地震で想定される地震・津波の規模を考え、東日本大震災に関する国の調査結果等において対策の検討や見直しが求められているものを赤字で示した。

表 6-3-1 (1) 対象別の課題と対策

災害	対象設備	課題	対策
地震	建屋 (共通)	耐震性能の確保	設計上の耐震性能の確認 耐震基準に適合するよう改修、補強
	電源設備 (共通)	停電への備え	非常用電源の確保 電源の分散(コージェネレーションの導入等)
	貯蔵施設 (タンク)	施設の耐震性能の確保	設計上の耐震性能の再確認 耐震基準に適合するよう改修、補強
		地面陥没、液状化	府の公表資料等を基に、液状化や地盤沈下の可能性のある場所かどうかを確認し、被害軽減策を検討
		ゆれによる配管破損	可とう性配管、ベローズ等のフレキシブル継ぎ手
		配管破損時の流出	緊急遮断弁の設置 弁動作の自動化・遠隔操作化 予備タンク、ドラム缶等の一時貯留設備の設置 真空ライン等の緊急移送設備
		浮き屋根式タンクのスロッシング被害	現行の耐震基準、技術基準へ適合するよう改修
		停電への備え	非常用電源の設置 フェールセーフな構造とする(バネ動作する緊急遮断弁等)
	貯蔵施設 (ポンペ・容器等 の貯蔵所)	施設の耐震性能の確保	設計上の耐震性能の再確認 耐震基準に適合するよう改修、補強
		地面陥没、液状化	府の公表資料等を基に、液状化や地盤沈下の可能性のある場所かどうかを確認し、被害軽減策を検討
		保管容器の転倒・落下	架台と基礎の確実な固定 チェーン、角リング等による転倒防止
	メッキ施設	施設外への流出	受け皿、防液堤、流出防止堰、流出防止ピット等
		漏洩時の地下浸透	受け皿、防液堤、流出防止堰、流出防止ピット等 床面や防液堤、ピット等の被覆
		漏洩時の排水の混合による 有毒ガス発生	他系統の排水と混合しないよう留意
	製造施設 (化学製品等)	施設の耐震性能の確保	設計上の耐震性能の確認 現行の耐震基準に適合するよう補強
		プラントの安全な停止	地震計と連動した、プラントの自動停止システム
		用役喪失への備え	用役のバックアップ(非常用電源、計装用空気のポンペ、センサー類のバッテリー) フェールセーフな構造とする(バネ動作する緊急遮断弁等)

表 6-3-1 (2) 対象別の課題と対策

災害	対象設備	課題	対策
地震	その他施設 (電気・電子部品製造)	機器・設備のゆれ、転倒	設備の連結、床面・天井等へのアンカー固定 免震、制震補強等
	その他施設 (製剤・包装)	機器・設備のゆれ、転倒	設備の連結、床面・天井等へのアンカー固定 免震、制震補強等
	その他施設 (紙加工品製造)	機器・設備のゆれ、転倒	設備の連結、床面・天井等へのアンカー固定 免震、制震補強等
	機械加工施設	設備のゆれ、転倒	設備の連結、床面・天井等へのアンカー固定等 免震、制震補強等
	脱脂・洗浄施設	施設外への流出	受け皿、防液堤、流出防止堰、流出防止ピット等 流出防止蓋による漏洩防止
		漏洩時の地下浸透	受け皿、防液堤、流出防止堰、流出防止ピット等 床面や防液堤、ピット等の被覆
		漏洩時の排水の混合による 有毒ガス発生	他系統の排水と混合しないよう留意
	塗装・印刷、接着施設	施設外への流出	受け皿、防液堤、流出防止堰、流出防止ピット等
		漏洩時の地下浸透	受け皿、防液堤、流出防止堰、流出防止ピット等 床面や防液堤、ピット等の被覆
		漏洩時の排水の混合による 有毒ガス発生	他系統の排水と混合しないよう留意
	染色・漂白施設	施設外への流出	受け皿、防液堤、流出防止堰、流出防止ピット等
		漏洩時の地下浸透	受け皿、防液堤、流出防止堰、流出防止ピット等 床面や防液堤、ピット等の被覆
		漏洩時の排水の混合による 有毒ガス発生	他系統の排水と混合しないよう留意
	殺菌・消毒施設	ガス配管破断時の漏洩	滅菌装置、ガスボンベの緊急遮断弁、逆止弁の設置 可とう性配管への変更
	配管等	施設の耐震性能の確保	設計上の耐震性能の再確認 現行の耐震基準に適合するよう改修、補強
		地面陥没、液状化による埋 設配管、配管サポートの変 形・破断	府の公表資料等を基に、液状化や地盤沈下の可能性のある 場所かどうかを確認し、被害軽減策を検討 可とう性配管、ベローズ等のフレキシブル継ぎ手 埋設トレンチのオーバーガーダー化等、埋設配管の地上配管 への変更
		配管の揺れによる破損	配管サポートの脱落防止対策 可とう性配管、ベローズ等のフレキシブル継ぎ手
		配管破損時の漏洩・流出	緊急遮断弁の設置 地震防災遮断弁の自動化・遠隔操作化 逆止弁の設置 防液堤、ピットの設置
	排水設備	排水量の増加による流出	予備タンク、緊急貯留池の一時貯留設備の設置
		異常排水の流出	排水の水質自動監視による事業場外へ流出防止措置
防災資機材	停電への備え	非常用発電設備、蓄電池の設置	
	情報伝達・収集手段の確保	無線機等導入による通信手段の多重化、ラジオの配備等情報 収集手段の多様化	

表 6-3-1 (3) 対象別の課題と対策

災害	対象設備	課題	対策
津波	貯蔵施設 (タンク)	津波による配管破損時の流出	緊急遮断弁の設置 弁動作の自動化・遠隔操作化
	貯蔵施設 (ボンベ・容器等) の貯蔵所、 タンクローリー 等)	津波による保管容器の流出	架台と基礎の確実な固定 チェーン、角リング等による転倒防止 容器置場の障壁構造化
		津波によるタンクローリーの流出	津波発生時の高台等避難場所の確保
	その他施設 (港湾施設)	津波によるローディングアームの変形	緊急離脱装置の設置
	防災資機材	津波による水没・流出	非常用電源等の設備の高上げや防水化、可搬化等

地震被害に関する課題と対策

○建屋

課題：「耐震性能の確保」

対策：設計上の耐震性能の再確認や、耐震診断等による現状の耐震性能の確認を行い、現行の耐震基準に適合するよう改修や補強を実施することが必要と考えられる。

○電源設備（共通）

課題：「停電への備え」

対策：停電時の非常用電源として、非常用発電装置、蓄電池等を導入する。また、商用電源以外に、コージェネレーションの導入など、電源の分散化も有効である。

○貯蔵施設（タンク）における地震対策

課題：「施設の耐震性能の確保」

対策：国の調査結果では、危険物施設の場合、被害の発生率から考えて現行の耐震基準で問題ないと結論づけられており、高圧ガス施設においても、球形貯槽のブレースを除き、耐震基準を適合した施設については設計地震動を超える地震動を受けた場合においても大部分で耐震性能（気密性）を保持していた、とされていることから、設計上の耐震性能の再確認し、耐震基準に適合するよう改修、補強等を施すことが必要と考えられる。なお、高圧ガス球形貯槽のブレース等、耐震基準の見直しが予定されているものについては、基準の見直しを踏まえて対策を行う。

課題：「地面陥没、液状化」

対策：地盤の改良等の工事が必要となるが、国の報告書においては一様にこのような対策を事業者を求めることは過大であるとしており、液状化や地盤沈下の可能性のある場所かどうかを府の公表資料等で確認し、地震発生時の被害を軽減するための対策を検討すべきと考えられる。

課題：「ゆれによる配管破損」

対策：地震による振動、変位を吸収するような可とう性配管、ベローズ等のフレキシブル継ぎ手などの対策を講じることが望ましいと考えられる。

課題：「配管破損時の流出」

対策：地震の場合は、緊急遮断弁の設置、弁動作の自動化・遠隔操作化や、防液堤・ピット上に管を配置するなどの対策が望まれる。また、予備タンクやドラム缶等、流出時に備えた一時貯留設備、配管に残った化学物質移送する、真空ライン等の緊急移送設備も有効な対策と考えられる。

課題：「浮き屋根式タンクのスロッシング被害」

対策：国の調査結果では、浮き屋根の耐震基準に適合しているタンクの顕著な被害はなかったと報告されていることより、現行の耐震基準に適合するように補強等を施すことが必要と考えられる。また、耐震基準の対象でない設備については、浮力性能の確認により、現行の技術基準へ適合するように改修することが必要と考えられる。

課題：「停電への備え」

対策：停電時の対策として、保安用、計装用の非常用電源の確保が重要であると考えられる。また、バネ動作する緊急遮断弁の採用など、フェールセーフな構造とするのも有効な対策である。

## ○保管施設（ボンベ・容器等）

課題：「施設の耐震性能の確保」

対策：国の調査結果では、危険物施設の場合、被害の発生率から考えて現行の耐震基準で問題ないと結論づけられており、高圧ガス施設においても、耐震基準を適合した施設については設計地震動を超える地震動を受けた場合においても、大部分で耐震性能（気密性）を保持していた、とされていることから、設計上の耐震性能の再確認し、耐震基準に適合するよう補強等を施すことが必要と考えられる。

課題：「地面陥没、液状化」

対策：地盤の改良等の工事が必要となるが、国の報告書においては一様にこのような対策を事業者を求めることは過大であるとしており、液状化や地盤沈下の可能性のある場所かどうかを府の公表資料等で確認し、地震発生時の被害を軽減するための対策を検討すべきと考えられる。

課題：「保管容器の転倒・落下」

対策：国の調査結果、書面調査の回答より、架台と基礎の確実な固定、チェーン、角リング等による転倒防止、バスケットによる保管などが有効な対策と考えられる。

## ○メッキ施設

課題：「施設外への流出」

対策：調査結果より、地震による揺れ等によりメッキ槽内液が漏洩しても、受け皿や防液堤により施設外への流出が防がれていることから、受け皿、防液堤、流出防止堰、流出防止ピット等の設置が有効と考えられる。

課題：「漏洩時の地下浸透」

対策：施設外への流出防止と同様、受け皿、防液堤、流出防止堰、流出防止ピット等が有効である他、床面や防液堤、ピット等をFRP等の樹脂により被覆する対策が有効と考えられる。

課題：「漏洩時の排水の混合による有毒ガス発生」

対策：シアン等、他の排水との混合により有毒ガスの発生が懸念されるメッキ液を使用する場合、漏洩時に他の排水系統に流れ込まないように留意する必要がある。

## ○製造施設（化学製品等）

課題：「施設の耐震性能の確保」

対策：設計上の耐震性能の再確認し、現行の耐震基準に適合するよう補強等を施すことが有効な対策であると考えられる。

課題：「プラントの安全な停止」

対策：調査より、地震計と連動したプラントの自動停止システムは、東日本大震災においても有効に機能したとの回答が得られており、プラントの安全な停止に有効と考えられる。

課題：「用役喪失への備え」

対策：用役喪失時への対策として、非常用電源、計装用空気ボンベ、地震計等センサー類のバッテリーなど、プラントの安全停止に必要な用役のバックアップを確保しておくことが必要である。また、駆動用ガスが喪失されたときにばね動作する緊急遮断弁の採用など、フェールセーフな構造とすることも有効な対策と考えられる。

## ○その他施設（電気・電子部品製造）

課題：「機器・設備のゆれ、転倒」

対策：機器・設備の転倒防止には、設備の固定が有効であったという事例が多く、設備の床面・天井とのアンカー固定、設備の連結などが有効な対策と考えられる。その他、免震・制震補強も、有効な対策と考えられる。



### ○その他施設（製剤・包装）における地震対策

課題：「機器・設備のゆれ、転倒」

対策：機器・設備の転倒防止には、設備の固定が有効であったという事例が多く、設備の床面・天井とのアンカー固定、設備の連結などが有効な対策と考えられる。その他、免震・制震補強も、有効な対策と考えられる。

### ○その他施設（紙加工品製造）における地震対策

課題：「機器・設備のゆれ、転倒」

対策：機器・設備の転倒防止には、設備の固定が有効であったという事例が多く、設備の床面・天井とのアンカー固定、設備の連結などが有効な対策と考えられる。その他、免震・制震補強も、有効な対策と考えられる。

### ○機械加工施設

課題：「機器・設備のゆれ、転倒」

対策：機器・設備の転倒防止には、設備の固定が有効であったという事例が多く、設備の床面・天井とのアンカー固定、設備の連結などが有効な対策と考えられる。その他、免震・制震補強も、有効な対策と考えられる。

### ○脱脂・洗浄施設

課題：「施設外への流出」

対策：メッキ施設と同様に、受け皿、防液堤、流出防止堰、流出防止ピット等の設置は有効と考えられる。また、VOC対策等で使用される洗浄液面の遮蔽用の蓋は、ゆれによる漏洩防止に効果があると考えられる。

課題：「漏洩時の地下浸透」

対策：施設外への流出防止と同様、受け皿、防液堤、流出防止堰、流出防止ピットの他、床面や防液堤、ピット等をFRP等の樹脂により被覆する対策が有効と考えられる。

課題：「漏洩時の排水の混合による有毒ガス発生」

対策：他の排水との混合により有毒ガスの発生が懸念される化学物質を使用する場合、漏洩時に他の排水系統に流れ込まないように留意する必要がある。

### ○塗装・印刷、接着施設

課題：「施設外への流出」

対策：メッキ施設と同様に、受け皿、防液堤、流出防止堰、流出防止ピット等の設置は有効と考えられる。

課題：「漏洩時の地下浸透」

対策：施設外への流出防止と同様、受け皿、防液堤、流出防止堰、流出防止ピットの他、床面や防液堤、ピット等をFRP等の樹脂により被覆する対策が有効と考えられる。

課題：「漏洩時の排水の混合による有毒ガス発生」

対策：他の排水との混合により有毒ガスの発生が懸念される化学物質を使用する場合、漏洩時に他の排水系統に流れ込まないように留意する必要がある。

### ○染色・漂白施設

課題：「施設外への流出」

対策：メッキ施設と同様に、受け皿、防液堤、流出防止堰、流出防止ピット等の設置は有効と考えられる。

課題：「漏洩時の地下浸透」

対策：施設外への流出防止と同様、受け皿、防液堤、流出防止堰、流出防止ピットその他、床面や防液堤、ピット等をFRP等の樹脂により被覆する対策が有効と考えられる。

課題：「漏洩時の排水の混合による有毒ガス発生」

対策：他の排水との混合により有毒ガスの発生が懸念される化学物質を使用する場合、漏洩時に他の排水系統に流れ込まないように留意する必要がある。

### ○殺菌・消毒施設

課題：「ガス配管破断時の漏洩」

対策：滅菌装置、ガスボンベへの緊急遮断弁、逆止弁等の設置、ガス配管の可とう性配管への変更などが有効と考えられる。

### ○配管類

課題：「施設の耐震性能の確保」

対策：国の調査結果では、危険物施設の場合、被害の発生率から考えて現行の耐震基準で問題ないと結論づけられており、高圧ガス施設においても、耐震基準を適合した施設については設計地震動を超える地震動を受けた場合においても、大部分で耐震性能（気密性）を保持していた、とされていることから、設計上の耐震性能の再確認し、現行の耐震基準に適合するよう補強等を施すことが有効な対策であると考えられる。

課題：「地面陥没、液状化」

対策：地盤の改良等の工事が必要となるが、国の報告書においては一様にこのような対策を事業者を求めることは過大であるとしており、液状化や地盤沈下の可能性のある場所かどうかを府の公表資料等で確認し、地震発生時の被害を軽減するための対策を検討すべきと考えられる。また、トレンチなどを用いた地下埋設配管の場合は、オーバーガード化等地上配管とすることにより液状化による浮上や変形等の被害のリスクを低減することが可能である。

課題：「配管のゆれによる破損」

対策：地震動による配管サポートからの脱落を防止するための補強が有効と考えられる。  
また、地震による振動、変位を吸収するよう、可とう性配管、ベローズ等のフレキシブル継ぎ手などの採用についても有効な対策と考えられる。

課題：「配管破損時の漏洩・流出」

対策：緊急遮断弁の設置、地震防災遮断弁の遠隔化・自動化、逆止弁の導入、防液堤・ピット等の設置などが有効と考えられる

## ○排水処理設備

課題：「排水量増加による流出」

対策：排水量の一時的な増加に備え、タンクや貯留池等の貯留設備の導入が有効と考えられる。

課題：「異常排水の流出」

対策：水質の常時監視装置により、異常時に排水を停止するシステムの導入が有効と考えられる。また、停電時に場外への排水が停止する等、安全側へ働く構造も有効と考えられる。

## ○防災資機材

課題：「停電への備え」

対策：計装、保安用電力、災害対策本部用の電力の確保として、非常用発電設備、蓄電池の設置が有効と考えられる。

課題：「情報伝達・収集手段の確保」

対策：停電対策として、非常用電源設備の設置や電源を内蔵した可搬式設備等を設置する、また、断線、回線の輻輳等により通信が不能になる可能性があるため、トランシーバーの配備、インターネット回線の増強、無線通信、衛星電話の導入といった通信手段の多重化の他、ラジオの配備等により情報収集手段の多様化を図るといった対策が有効と考えられる。

## 津波被害に関する課題と対策

### ○貯蔵施設（タンク）

課題：「津波による配管破損時の流出」

対策：緊急遮断弁の設置が有効な対策と考えられるが、タンクの容量、津波浸水深等によって、緊急遮断弁の有効性が異なり、国の検討結果では、容量 **1000kL** 以上の危険物の屋外タンク貯蔵所には緊急遮断弁の設置を求める必要があるが、以下のような場合は、緊急遮断弁の設置は要しないと結論付けている。

- ①想定される浸水深が **3m** 以上とならない場合
- ②津波到達前にタンク元弁の閉止操作が可能な体制が構築されている場合
- ③逆止弁等、危険物の流出が機械的に防止される設備が設けられている場合
- ④タンクの最高液面より上部の位置から配管が出ている場合

また、地震と同様に、速やかな緊急遮断弁の閉止を可能とする弁動作の自動化、遠隔操作化も有効な対策と考えられる。

### ○保管施設（ボンベ・容器等の貯蔵所、タンクローリー等）

課題「津波による保管容器の流出」

対策：容器の落下防止と同様に、チェーン、角リング、バスケットの使用による容器の固定が有効な対策と考えられる。また、シャッター、防護柵等により施設への津波の侵入及び流出を防ぐ対策も有効と考えられる。

課題「津波によるタンクローリーの流出」

対策：タンクローリー自体への対策は難しいと考えられることから、津波が及ばないと想定される場所や高所など、タンクローリーの退避場所を確保するのが有効と考えられる。

### ○その他施設（港湾施設）

課題：「荷役中の被災によるローディングアーム破損」

対策：ローディングアームについては、緊急離脱装置の設置が有効な対策と考えられる。

### ○防災資機材における津波対策

課題：「津波による水没・流出」

対策：防災資機材自体が津波による被害を受けないよう、据付型の設備は、設備の防水化、可搬化、設置場所の高上げ等の対策、可搬型の資機材については保管場所の高所化、や津波の浸水がない場所への変更、防水化等の対策が必要となる。

(4) 災害時の化学物質管理に関するソフト対策及び二次災害防止に係る課題と対策

これまでの調査結果より抽出された、地震・津波等の大規模災害発生時におけるソフト対策及び二次災害防止に係る課題と対策について整理した。

表 6-4-1 対象別の課題と対策

災害	対象事象	課題	対策
地震	緊急事態の影響の想定	流出発生時の周辺環境影響の把握	化学物質流出時の濃度分布予測等により、事前にリスクを評価・把握
	教育・訓練	訓練の有効性の向上	停電等のインフラ喪失や、大規模漏洩など、様々な事態を想定した訓練を実施
	緊急事態対応マニュアル	大規模地震発生時の対応の規定	緊急事態対応マニュアルに、大規模地震の発生を伴う緊急事態への対応を規定
	指揮命令系統および連絡体制	インフラ(電源、通信、交通等)喪失時の連絡手段、情報共有手段の確保	インフラ喪失を想定した連絡体制、安否確認、情報の共有手段を規定
	点検・応急措置の体制	二次災害の発生防止	不測の事態に備え、応急措置は複数名で実施できるよう体制を構築
	応急措置の実施手順および実施内容	速やかな施設の点検、安全措置および避難	地震発生後の化学物質取扱施設・設備の停止措置手順を規定
		用役等喪失時の対応	用役等の喪失、保安設備の機能喪失を想定した措置手順を規定
	避難誘導體制	避難経路の確保	避難経路の分断等の可能性を検討し、経路を複数設定
	飛散・流出防止機材等	資機材の被害防止	安全な保管場所の検討
周辺環境影響の把握	流出発生時の周辺環境影響の把握	流出時に大気、水、土壌等の試料を採取	
津波	教育・訓練	津波発生を想定した訓練の実施	津波の発生を想定した防災訓練の実施
	緊急事態対応マニュアル	津波発生時の対応の規定	緊急事態対応マニュアルに、津波の発生を伴う緊急事態への対応を規定
	指揮命令系統および連絡体制	インフラ(電源、通信、交通等)喪失時の連絡手段、情報共有手段の確保	インフラ喪失を想定した連絡体制、安否確認、情報の共有手段を規定
	応急措置の実施手順および実施内容	津波を考慮した速やかな施設の点検、安全措置、および避難	津波到達までの時間的猶予を考慮した措置の優先順位の検討
	避難誘導體制	津波を考慮した避難経路の確保	津波到達までの時間的猶予を考慮 非常時の緊急避難場所の設定 避難経路の分断等の可能性を検討し、経路を複数設定
	飛散・流出防止機材等	資機材の水没・流出対策	地震・津波の被害を受けない、安全な保管場所、退避場所の検討
	被害拡大防止	流出した保管容器の早期回収	容器の回収方法、関係者への周知、関係団体との連携等を規定

### ○緊急事態の影響の想定

課題：「流出発生時の周辺環境影響の把握」

対策：本事業で実施したリスク評価の試行より、化学物質の種類、漏洩の状況、漏洩防止対策の有無等により事業所周辺地域へ影響の程度が異なることが明らかとなったことから、化学物質流出時の濃度分布予測評価等により事前にリスクを把握し、緊急事態発生時の対応について事前に検討しておく。

### ○地震発生に備えた教育・訓練

課題：「訓練の有効性の向上」

対策：停電等のインフラ喪失、大規模漏洩発生など、様々な事態を想定した訓練を防災訓練に組み込む。

### ○緊急事態対応マニュアルへの大規模地震の規定

課題：「大規模地震発生への対応の規定」

対策：大規模地震では、従来の災害の想定と異なり、事業所内の様々な箇所での速やかな対応が求められることから、その対応について規定する必要がある。

### ○地震発生時の指揮命令系統および連絡体制

課題：「インフラ（電源、通信、交通等）喪失時の連絡手段、情報共有手段の確保」

対策：インフラ（電源、通信、交通等）が使用不能になった場合を想定した対応等について事前に検討しておく。

### ○地震発生時の点検・応急措置の体制

課題：「二次災害の発生防止」

対策：施設点検、応急措置等実施時において、不測の事態にも対応できるよう、複数名で対応できるような体制を構築しておく必要がある。

### ○地震発生時の応急措置の実施手順および実施内容

課題：「速やかな施設の点検、安全措置」

対策：地震発生後、化学物質取扱設備の速やかな点検、措置を実施するために、措置手順について検討し、マニュアル等に規定しておく。

課題：「用役等喪失時の対応」

対策：用役等の喪失を想定し、設備の機能喪失している場合の措置手順について検討しておく。

### ○地震発生時の避難誘導體制

課題：「避難経路の確保」

対策：避難経路が分断されるような事態を想定し、あらかじめ避難経路を複数設定しておくなどの検討が必要である。また、経路の設定に当たり、液状化しやすい箇所や、化学物質の漏洩等によるリスクが高い箇所などを確認しておくことも重要と考えられる。

### ○飛散・流出防止機材等

課題：「資機材の被害防止」

対策：シミュレーションによる化学物質漏洩時の影響範囲の推定結果等より、被害を受けない箇所を保管場所とするなどの対策が必要である。

### ○地震発生時の周辺環境影響の把握

課題：「流出発生時の周辺環境影響の把握」

対策：化学物質の流出発生時に、大気、河川、土壌等の試料を採取しておくことで、流出量の推定、長期的な環境影響等の評価等に役立てることができる。

### ○津波に備えた教育・訓練

課題：「津波発生を想定した訓練の実施」

対策：地震発生後に津波が到来する場合を想定した防災訓練を実施する。

### ○津波に関する緊急事態対応マニュアルの規定

課題：「津波発生時の対応の規定」

対策：津波については、地震発生後の津波到達までの時間的猶予が限られていることを考慮し、対応を規定しておく必要がある。

### ○津波発生時の指揮命令系統および連絡体制

課題：「インフラ（電源、通信、交通等）喪失時の、情報共有」

対策：停電や、通信設備等が喪失した場合の連絡手段や、対応等について検討しておく。

### ○津波発生時の応急措置の実施手順および実施内容

課題：「津波を考慮した速やかな施設の点検、安全措置、および避難」

対策：津波については、地震発生後の津波到達までの時間的猶予が限られていること等から、リスクの大きさ等を考慮した措置の優先順位について検討しておく。

### ○津波発生時の避難誘導體制

課題：「津波を考慮した避難経路の確保」

対策：地震発生後の津波到達時間までの時間的猶予が限られていることに留意し、避難経路を設定する。避難が遅れた場合に逃げ込む建物、高台等の緊急避難先も併せて選定しておくことが望ましい。また、地震による地面陥没や、建物の崩落、火災や化学物質の流出等により、避難経路が分断されるような事態も考えられるため、あらかじめ避難経路を複数設定しておくなどの検討も必要である。

### ○飛散・流出防止機材等

課題：「資機材の水没・流出対策」

対策：資機材については保管場所の高所や津波の浸水がない場所への変更等を検討しておく。

### ○被害の拡大防止

課題：「流出した保管容器の早期回収」

対策：流出時した容器の回収方法、関係者への周知、自治体や容器を取り扱う関係団体との連携等、容器回収の対応方針について規定しておく



## 7 検討会開催報告

### ○化学物質の災害時リスク低減検討会委員名簿

(五十音順・敬称略)

#### 【座長】

東海 明宏                      大阪大学大学院 工学研究科 環境・エネルギー工学専攻 教授

#### 【委員】

亀屋 隆志                      横浜国立大学大学院 環境情報研究院 准教授

坂田 信以                      住友化学株式会社 理事・生物環境科学研究所長

鈴木 和彦                      岡山大学大学院 自然科学研究科 産業創成工学専攻 教授

春山 豊                        (社) 日本化学工業協会 常務理事

#### 【委員代理】

安藤 研司                      (社) 日本化学工業協会 部長

紫竹 益吉                      (社) 日本化学工業協会 部長

### ○検討会の実施状況

検討会の実施状況は以下の通りである。

第1回検討会：平成24年 8月 7日 13時30分 ～ 16時00分

第2回検討会：平成24年12月 6日 15時30分 ～ 18時00分

第3回検討会：平成25年 2月21日 15時30分 ～ 18時00分

また、各検討会における議事内容は以下の通りである。

#### 第1回 化学物質の災害時リスク低減検討会

##### 議 題

- (1) 大阪府化学物質管理制度と大規模災害に関する課題について
- (2) 災害時における化学物質のリスク低減に係る検討について
- (3) 被災地域での被害状況について
- (4) 被災事業所への調査について
- (5) リスク評価ツールについて

## 第2回 化学物質の災害時リスク低減検討会

### 議 題

- (1) 本事業の検討範囲等について
- (2) 東日本大震災における化学物質取扱施設の被害状況調査結果等について
- (3) 大規模災害時における化学物質管理に係る課題と対策について
- (4) 本事業でのリスク評価の進め方について
- (5) その他

## 第3回 化学物質の災害時リスク低減検討会

### 議 題

- (1) 第2回検討会における委員指摘事項とその対応について
- (2) 東日本大震災における化学物質取扱施設の被害状況調査結果等について
- (3) 大規模災害時における化学物質管理に係る課題と対策について
- (4) 災害時のリスク評価の試行について
- (5) その他

### ○検討会に向けた検討委員へのヒアリングの実施

各検討会における議論の内容、資料の作成等については、検討会の開催前に検討委員にヒアリングを行った。ヒアリングの実施およびその内容については以下の通りである。

実施日時	訪問先	検討委員	目 的
7 / 24	岡山大学	鈴木和彦 教授	第1回検討会内容 事前説明
8 / 2	横浜国立大学	亀屋隆志 准教授	第1回検討会内容 事前説明
8 / 2	日本化学工業協会	安藤研司 委員代理	第1回検討会内容 事前説明
8 / 3	住友化学株式会社	坂田信以 委員	第1回検討会内容 事前説明
9 / 5	住友化学株式会社	坂田信以 委員	リスク評価ツールに関する相談
11 / 16	大阪大学	東海明宏 教授	第2回検討会内容 事前説明
11 / 21	日本化学工業協会	春山 豊 委員 紫竹益吉 委員代理	第2回検討会内容 事前説明
11 / 29	住友化学株式会社	坂田信以 委員	第2回検討会内容 事前説明
3 / 21	大阪大学	東海明宏 教授	報告書案相談

## 第1回 化学物質の災害時リスク低減検討会 議事録

日 時：平成 24 年 8 月 7 日(火) 13 時 30 分～16 時 00 分

場 所：新大阪丸ビル新館 809 号室

出席者：委員(五十音順) 安藤委員代理、亀屋委員、坂田委員、鈴木委員、東海座長  
大阪府環境保全課 児林課長、奥田課長補佐、岩井田主査  
オブザーバー 別紙のとおり  
事務局 末国、末兼、寺中

議事内容：

新大阪丸ビル新館において、第1回 化学物質の災害時リスク低減検討会を行った。主な質疑は、以下のとおりである。

### ○議題 1

- ・(坂田委員) 大阪府では国の規制で管理できていない部分を条例でカバーしていると思うが、検討結果によって、指針を改定した場合に事業者を求めるものは、国と重ならないか。  
→(大阪府) **PRTR** 法では、現在、化学物質の平常時の管理のみが規定されており、緊急時の対応まで求めていない。ただし、国における災害時の化学物質管理の検討があれば、その状況は注視していく。また他法令(毒劇法、高圧ガス法等)の規制状況も情報は入手し、整合性がとれるようにしたい。
  
- ・(亀屋委員) 阪神大震災時での化学物質流出の事例などは把握しているか。  
→(大阪府) 国の調査では、クリーニング店で施設が損壊することによるテトラクロロエチレンの土壤汚染が報告されている。また、本検討の対象ではないが、家屋倒壊等によるアスベストの飛散なども報告されている。
  
- ・(安藤委員代理) 4. について、災害時の想定というのは具体的にどのようなものか。東日本大震災では地震と津波で被害が異なっているし、対策についても異なる。  
また、災害というと日本では自然災害を考えるが、テロによる災害についてはどのように考えているのか。  
→(大阪府) 関西においては、南海トラフによる巨大地震が懸念されている。国が被害想定を検討しており、その結果(8月末予定)を考慮する。大阪府では津波の最大値については東日本大震災前では3m程度が考えられていたが、その倍の6mが現在は想定されているため、対策は必要と考えている。テロは本事業では考えていなかった。府全体の防災対策にはテロ事象も含まれており、今後位置付けを考えていく。

・(鈴木委員) リスクとは毒性だけを考慮するのか、それとも火災・爆発事象も含めるのか。外的事象でどこまで議論するのか、バウンダリーを定義しておかないと発散するおそれがある。  
→(大阪府) 毒性のみを考慮する予定である。火災・爆発事象は別の部署で検討している。

・(東海座長) 大阪府が対策を始めると他の自治体も参考にすることが考えられるので、そのひな形、お手本となるように検討を進めること。

## ○議題2

・(亀屋委員) **PRTR** 届出が最も多いと考えられる燃料小売業については対象としているのか。石油や**VOC**についてはどの程度対象とするのか。

→(大阪府) 燃料は対象としていない。また石油プラントは大阪府保安対策課での防災対策事業で別途評価を行うため対象外としたい。また、**VOC**についてはハザードの面で影響の大きいと考えられるもののみ取り上げる。

・(鈴木委員) 書面調査は、事業所の規模等により対策などについてバラつきが大きくなる。被害状況は問題ないが、対応マニュアルにはバラつきが出る。また、バラつきのある中で、(予算の関係で仕方ないが。) 現地調査の回数もこれでよいのか。リスクについても、想定する条件(発生頻度など)も検討する必要がある。

→(大阪府) 資料4に調査対象先が記載されている。規模はやや大きいところが多いが、小さな事業所も含まれており、幅広く選定している。現地調査の回数は予算の関係もあり、割り切って行うこととなる。結果の整理の際には、業種や事業所の規模を考慮したまとめ方をしたい。被害の想定については、発生頻度を加味したリスク評価は難しいと考えている。リスク評価時に、防災対策をとった場合、とっていない場合等の幾つかのシナリオでリスク評価を実施し、防災対策をとった場合でのリスク低減を評価することで、事業者が防災対策をとるインセンティブにしたい。

・(坂田委員) 大阪府に事業所を持つ事業に絞る必要はないのでは。新聞に掲載されたような石油タンクの火災や鹿島のプラントの被害など、有名なもの、典型的なものが漏れることになる。

また、書面調査については消防庁等で実施されているものを参考にしていけばよいが、自由記述が多いと整理が難しくなる。

→(大阪府) 事業所の選定や書面調査の内容については、頂いたご意見を参考に今後見直しをしたい。

→(大阪府) 書面調査については東京都も実施すると聞いているので、東京都とも情報交換しながら検討していきたい。

・(坂田委員) リスク評価の手法の選定は、例えば5つの手法があれば5つの結果が出るが、どのように妥当性を評価していくのか。現地調査を行うのであれば、合わせてツールの評価や妥当性の確認を行ってみては。また、ヒト健康リスクについては急性のものと慢性のものがあるが、どちらを対象としているのか。

→(大阪府) 大気については急性・慢性を加味して **AEGL** 値で評価できるのでそれを用いる。河川は水道の取水口での濃度が水道の水質基準に適合するかを評価する予定。可能であれば土壌についても、地下浸透が生じた際の土壌の基準や地下水の環境基準の適合についても評価したい。

・(安藤委員代理) 書面調査については消防庁が全数調査を行い、回答がないところについては消防署が直接現地で調べている。本検討にも使用できるのではないか。

→(大阪府) 消防庁のデータについては確認し、可能であれば参考にしたい。

・(安藤委員代理) 生データは情報関係で難しいが、集計結果や国の検討会での資料は使える。また、危機管理体制で、震災時に地震で被災したところに津波が来て対応が間に合わなかったという事例もあり、消防庁の検討では、対策が取れないような状況では、事業者が住民にアナウンスをして一緒に避難していくことも大事だとされている。

書面調査を行うのであれば、このような周辺住民を巻き込んだ避難対策の状況についても聞いてみてはどうか。

→(大阪府) 現在の大阪府条例に基づく管理計画書の中では、事故時の周辺への配慮や連絡体制等も記載するようになっており、大事な視点だと考えている。検討したい。

・(安藤委員代理) また、防油堤内での火災は比較的安全であり、反対に湾内の漂流物で起こっていた火災は危険であったという事例があり、優先度(トリアージ)をどうするか、ということを決めて対応していく必要がある。災害については発生頻度よりも起こることを想定して対策してみてはどうか。

→(大阪府) 本検討では有害物質を対象とするが、考え方については同じような事象があるのであれば、今後検討していきたい。

・(安藤委員代理) 災害時の流出についても建屋内での流出等であれば、流出防止のみを優先するのではなく、従業員の人命も考慮するような形が望ましい。

・(亀屋委員) 事前の防災対策も重要であるが、起こった後の減災や緊急避難なども重要なので、きっちり考える必要がある。

・(鈴木委員) 防災・減災の案を示す、フェーズを整理しながら対策を立てる。いろいろな業種がある中で、どうやってまとめ上げるかが課題になると考えられる。

→（大阪府）頂いた意見をもとに考えていきたい。

- ・（東海座長）1年間かけての成果物を出すので、被害想定などはあまり仮想的な条件ではなく、関係者にとって有益となるような報告書にしていく必要がある。また、事業所が対策を実施するよう促すように、結果をまとめてほしい。

### ○議題3

- ・（安藤委員代理）説明の補足。

流出は、物質だけでなく、設備や消化器、消防車ごと流された場合も含まれている。

建築基準改正によって震度5以下では無事だったところが多い。

また、タンクは中身が空か、満タンであったかで被害の状況が異なっていた。タンクと配管を分けて考える必要がある。アンカーによっても被害は異なり、また巨大タンクは概ね被害は少なかった。

液状化なども考慮するとやる対策が異なってくる。「液状化現象により配管の基礎がズレて配管が破損」、「液状化現象により防油堤が動き配管を破壊」、「タンクの梯子（耐震基準が5未満）が落下して配管を破壊」などの事例があった。

危険物の保管庫についても扉が開いていたため、津波が流入し被害が生じた事例があった。

### ○議題4

- ・（東海座長）これまでの議論を参考にすること。

### ○議題5

- ・（坂田委員）事業所が直接ツールを使って評価するのか、それとも大阪府が専門の業者に任せ等で広域的に評価をするのかによって、評価ツールの選定は異なると思われる。

ツールは更新されているのかが重要。バグなどがあるので対応されているものがよい。今後の調査でツールの実績やアップデートの状況等についても調べて欲しい。

- ・（坂田委員）海外で開発されたツールについては、シナリオ等が日本で適用可能かどうか調べておく必要がある。

あがっているツールの中では、**ALOHA-CAMEO**がまだ比較的災害時の評価ができる。他のツールとして、**SAFER Systems**社のものや、石油連盟の流出油拡散・漂流予測モデル、プリンストンオーシャンモデル（**POM**）、**WRF/Chem**、などがある。

- ・（安藤委員代理）古くてバージョンアップされていないツールやメンテナンスされていないツールを推奨することは好ましくないと考える。**Risk Manager**以外にも該当するものがあるだろうから、比較表に記載されたい。

- ・(安藤委員代理) 企業は大企業や中小企業に係わらず、災害対策をないがしろするのではないが、企業だけでは限界がある。その限界を越え、できることを広げるために、府行政と府民の方々の支援、協力を切に願います。

#### ○その他

- ・(事務局) 次回は 11 月中旬頃に開催予定。

以上

## 第2回 化学物質の災害時リスク低減検討会 議事録

日 時：平成24年12月6日(木) 15時30分～18時00分

場 所：新大阪丸ビル新館 809号室

出席者：委員(五十音順) 亀屋委員、坂田委員、紫竹委員代理、鈴木委員、東海座長  
大阪府環境保全課 児林課長、奥田課長補佐、岩井田主査  
オブザーバー 別紙のとおり  
事務局 進藤、末兼、寺中

議事内容：

新大阪丸ビル新館において、第2回 化学物質の災害時リスク低減検討会を行った。主な質疑は、以下のとおりである。

### ○議題1 「本事業の検討範囲等について」

- ・(紫竹委員代理) (資料1) 1 ページ目の平成25年度、本検討を踏まえて「事業者を求めること」ということで最初の項目で「化学物質の環境リスクを把握 (リスク評価の実施)」ということが書かれているが、本検討会で議論をした上で、化学物質が流出したときに、あるソフトを使ってどういうふうになるか、シミュレーションのようなものを事業者にやらせる、という意味合いか。

→ (大阪府) 事業者の状況によって、そこまで求める場合もあるし、状況を追ってみたらそこまで評価しなくてもよい、という場合もあるかもしれないので、事業者によって変わるという認識である。

(大阪府) 化学物質管理計画書については、今も条例に基づいて、50人以上の事業所には届出義務で出しているが、それを災害時に視点をあてて、一部変更・修正して、提出してもらおう。その際、どうしてもリスク評価によって、化学物質の漏洩の拡がりを見て防災対策を立てなければならない、ということであればやって頂きたいが、やはり今まであまりやられていないということで、大阪府の方も支援をして、少しずつ事業者のできる体制を整えていきたいと思う。一つ一つ課題ではあるが、どのようなツールでどういうことをやればできるかということも今後、今年の試行を踏まえて提示をして、できるだけ実施して頂きたいと考えている。

- ・(紫竹委員代理) 有害大気汚染物質や VOC が固定源から発生し、大気へ拡散するケース、これをシミュレーションすることはある程度は可能だと思うが、この災害によって化学物質が漏れるという場合に、例えばどこが地震で被災して、ある化学物質が漏れるとか、いろんなケースがあり、漏洩に関しても固定源というのがはっきりしないと思う。災害時の漏洩について評



価をどうすればよいのか、というのが事業者側も非常に悩むのではなからうか。この場所から常に出ている、といったようなものに関してはある程度シミュレーションできると思う。そういった想定を行う場合、検証を行って本当に妥当かどうか、という議論も必要と思う。震災によって被災した場合、ある一定の地震を受けるとおそらくここから必ず漏れる、ということは事業者としては断定できず、あくまで推定の域を出ないので、どういう評価をするのか、という疑問がある。

→（大阪府）今後の議論もあると思うが、まずは事業者の方で起こりうる事象というのを考えて頂き、その中で最もリスクが高いと考えられる事象についてリスク評価をして頂く、というのがひとつの考え方である。

- ・（東海委員）指摘の点は大変重要なところであると思う。来年度、管理計画書の届出で、実際に事業者がリスク評価を行えるのかどうかということをごどこかで担保しておかないと、ソフトの使い方の検討だけではおそらくこの方策が、現実には実施できないのではないかと懸念している。他の庁内でも別途、検討されると思うが、今の指摘の点に関して、クリアに説明をしていくことが必要になると思う。

- ・（坂田委員）いろいろなシナリオをどれだけ用意できるか、ということが重要だと思う。シナリオを何パターンも示して、その中から事業者が自分のところで起こりえるかどうか、ということを選んで、評価していくことになるのでは。

- ・（亀屋委員）リスク評価の話について、**AEGL** 値とかで評価することになると思うが、その場合、本資料に書かれているものも含めて対象物質に、**AEGL** 値がないものも結構ある。**AEGL** 値が無いものは本事業では対象外というかたちでなくすのではなく、そういった物質は **AEGL** 値でみるような比較的短期の影響は問題ないなどの理由があるため、リスク評価の対象から外すことになると思う。それらの物質についても、**PRTR** 法の対象物質であったり、府条例の対象物質であったりするので、そのような仕分けをして、なぜこの物質だけリスク評価したのか、なぜこの物質はこういった災害時にリスク評価をそれほど急いでやらなくても良かったのか、ということをおあとで見返してわかるように最終的に整理しておく方がいい。

## ○議題2 「東日本大震災における化学物質取扱施設の被害状況調査結果等について」

- ・（鈴木委員）資料2-2の製造施設は、何を指しているのか、業種によって設備形態が異なるため、被害の状況についても全く異なると考えられる。そのため、もう少し細かく整理する必要

があると考えられる。

→（事務局）業種については整理しているが具体的な施設の内容については確認が必要である。

（大阪府）調査票作成時に亀屋委員より化学物質製造施設を対象とした方が整理しやすいのではとの意見を頂いたが、調査先の業種は様々であり、化学工業等以外の業種の場合回答に漏れが生じる恐れがあるため、あえて「製造施設」とした。個々の製造施設については、現段階では把握出来ていないため、確認を取り、整理しなおしたい。

・（紫竹委員代理）資料 2-1（特に図 2-1-4）、表記が施設数であったり、件数であったりまちまちであるが、どのように整理されているのか。

→（事務局）ご指摘のとおり、図 2-1-4 の内容は図では件数と書いてあるが、正確には施設数であるため、修正させて頂く。

・（紫竹委員代理）資料 2-2 についても、資料 2-1 と同様に事業所数、施設数と表記が異なるが、施設数というのは事業所数ではなく、事業所内にある施設の数という理解でよいか。

→（事務局）ご質問のとおり、施設数と事業所数は異なり、資料中の施設数は事業所数ではなく、事業所内にある施設の数となっている。

・（紫竹委員代理）書面調査先 33 事業所はどのように選定したのか。

→（大阪府）主に P R T R 届出対象事業所を対象とし、業種、地域などがなるべくバラけるように選定した。また、基本的に回答率が高いと期待できる大阪府下にも事業所を持つ事業者を対象にリストアップしていたが、第 1 回目の検討会において、もう少し代表性をもたせるようにとの意見を頂いたので、新聞等で報道されたような被害の大きな事業所についても入れるように配慮した。

・（紫竹委員代理）資料 2-2 のまとめ方であるが、個々の施設、事象を事業所の区別なく整理されているが、33 事業所という母数に対してどうであるかという整理はされていないのか、また、整理の結果どうであるという結論がわからない。

→（大阪府）統計的な整理は重んじておらず、どういう事象が起こり得て、化学物質の漏洩につながるか、これまでどのような防災対策が取られており、どのような対策が有効であったのか、また今後どのような対策が必要であると事業者が考えているのか、を抽出するためにこういう整理とした。ここで、抽出された化学物質の漏洩のリスクが高いと考えられる事象を化学物質管理に関する課題として捉え、課題にたいしてどのような対策が考えられるかといったことを取り纏めるとするのがこの調査の目的である。

・（紫竹委員代理）了解した。

・（鈴木委員）資料 2-2 の表 2-2-6、停電により製造物が分解し、使用不能とあるが、どういった事象であるのかわからない。

- （事務局）医薬品製業において、冷蔵が必要な薬品（製造物）の温度が上昇、化学反応により分解し、使用不能となったということである。
- ・（鈴木委員）この表現ではわからないので、他の箇所も含め修正すること。
- （事務局）ご指摘頂いた内容について修正させて頂く。

### ○議題3 「大規模災害時における化学物質管理に係る課題と対策について」

- ・（東海委員）表3-1において、地震による化学物質流出のリスクの高い被害を整理しているが、本検討の中で、震度、津波浸水深の想定などの枠付けは必要ないのか。
- （大阪府）大阪府における被害の想定は、参考資料2のとおり、南海トラフ巨大地震では震度6強、津波高5mとなっており、この想定を基本に検討を進めていく予定である。
- ・（鈴木委員）資料2も含め、各設備の定義が明確でない。資料を見ると、製造施設は、どちらかという機械系の設備について、化学プラントの製造施設については貯蔵施設（タンク）に含めているような印象を受ける。もう少し定義を明確にし、細分化しないと、整理されている課題と対策が何に対するものなのか伝わらないと思われる。
- （大阪府）もともとこの定義自体は、P R T R法および大阪府化学物質適正管理指針での定義を踏襲している。ご指摘のとおり、本書面調査では設備の定義があいまいになっているため、製造施設も含め各設備の定義を明確にし、事業者に提示できるように整理したい。
- ・（紫竹委員代理）3ページの表3-3において全体の課題と対策をまとめているが、2ページでは津波のことも書かれているのに対し、表3-3ではあまり津波を考慮した課題と対策とはなっていない。地震だけを対象として書いている、という理解でよいか。
- （事務局）津波に対する対策については、回答を得られた書面調査の結果等から、対策について拾い、まとめている。例えば貯蔵施設における流出防止策等については、これが津波に対する対策なのか地震に対する対策なのか、具体的には書いていないが、地震にも津波にも通じる対策としてまとめている。全体の整理として、特に地震のみに偏って整理したというつもりなく、津波についても、地震と共通して対策となるものについてはまとめて書いたという形になっているかと思う。
- ・（鈴木委員）基本的に地震と津波には時間差あり、地震に対しては緊急にとりあえず止める、漏らさないようにする、津波に対しては地震発生後、到来まで時間差があるということも捉えて考慮した議論をしてもいいのではないか。
- ・（紫竹委員代理）失礼な言い方かもしれないが、対策については短絡的な対策が書かれているように感じる。例えば貯蔵施設について、停電のために非常用電源の確保とあるが、もし地上に非常用電源を置いた場合、津波が来たら一発でやられてしまう。そのため、事業所などでは非常用電源設備を屋上に設置するか、等そういうところまで考慮している。また、この対策は

誰に対して問うているのか。こういう対策・対応をすべきだと、事業者に対して述べているようにもとれる。例えば液状化、地盤沈下の可能性のある場所かどうかの再確認についてであるが、これは国か地方自治体がやるべきだと私は考えている。特に、液状化は埋立地や海岸に限らず、昔沼だったとか池だったところを埋め立てして工業用地にした、というところは必ず起きているので、その辺の情報は国がいろいろまとめているのではないか。

→（事務局）今回の対策については、具体的に主体がどこになってやるのか、というところまでは整理できていない。

→（大阪府）この事業の成果品としてこの整理表としては、一応事業者をお願いする対策をまとめていきたいというふうに考えている。役割として個別の内容について、公共の方でやるべきかどうかは、別に整理した形でまとめられればと思っている。

とりあえず資料のまとめ方としては、まずは事業者をお願いするような対策の内容をまとめる。事業者でできない内容についてはまた別のまとめ方、整理をするというような形で最終的にはまとめたい。

・（紫竹委員代理）そうすると、先ほど参考資料の説明が簡単にあったが、想定震度、想定津波高なりを前提として、それに対応できるような設備について、現状対策が出来ていないところは耐震性能を付加するよう事業者に依頼するという意味合いか。

→（大阪府）リスク評価の議論とも絡んでくるが、内容によってはそこまで求めなくてもよいこともあると考えられるため、事業者にリスク評価をやって頂き、その中でリスクが高いと思われる事象については対策をとって頂くという、可能な限りで対策をとって頂くというようなスタンスにしようと考えており、リスクを踏まえた上で対策を事業者にご検討頂くというような制度にしたいと考えているところである。

・（鈴木委員）この議論は非常に難しいところで、どの自治体も悩んでいる。行政側としてはある程度事業者側に対応を求めたいが、規制という形にすると事業者は実施するものの、あまりに重たくなると事業者側の反発を招く。努力目標にすると、事業者側はなかなか対応しないという、結構難しい問題が自然災害のときはどこの自治体でも起こっている。このことはこれから丁寧に議論して落とし所を見つけていくということが非常に大きな問題として出てくると思われる。

・（東海委員）今の議論を最後のリスク評価のところにも全部落としこむというのはおそらくちょっと荷が重すぎるのでは、と思う。むしろこの検討会の目的であるとか粹付けのところをもう一度整理したほうがいいのではないか。

#### ○議題4 「本事業でのリスク評価の進め方について」

・（坂田委員）水質のヒト健康の基準については、水道水質基準等をベースにすると記載されているが、この事業は突発的な災害時における短期間の人や環境生物に関する急性影響の評価や

関与を目的としており、水道水質基準だと生涯曝露しても許容される濃度に基づく設定となり、急性的な影響とは性質が異なる。水質については、慢性的な発がんなどの長期影響も視野に入れるのであれば、漏出想定期間や人の寿命などを考慮した補正の検討が必要と思われる。また、環境影響については特に水質ハザード基準について言及されていないが今回は入れないのか。あと土壌については汚染の状況だけを述べているが、これもハザード指標は考慮しないのか。

→（大阪府）まず水質については、ご指摘のとおりである。例えば今年あったホルムアルデヒドの水質制限の話でも、短期的な汚染であっても生涯を見た水道水質基準で止めるのはいかがか、という議論があったことも承知している。特に震災時のような場合はかなり水が必要になってくるという状況で、水道水質基準を用いるのが妥当かどうかというところは議論があるところだと考えている。ただ、いろいろ指標を調べたところ、国内では災害時でのこのような指標はないという状況だと思う。やはりこの水道水質基準というのがひとつの目安にはなる、と思う。

・（坂田委員）大気の場合だと、急性影響と慢性影響の比較補正のために、WHO の大気環境基準と ERPG を活用する事例もある。

→（大阪府）頂いた意見を基に再度、基準値として何を用いるべきか、検討してみたいと思う。もし適切なものがなければ、とりあえずは水道水質基準で評価するという方向性でこの事業を進める。

土壌については、地下浸透した場合で、土壌の基準、地下水の環境基準等があり、そういうものと比較することまで最終的には行いたい。

・（亀屋委員）何を評価基準に持ってくるかによって、何のリスク評価をしたか、ということが変わる。健康リスクに限定せず、水道の場合でも給水障害のリスクだと、いうことで割りきって、評価してもいいのでは。給水が止まれば当然水が供給されなくなり、よそからペットボトルやトラックで持ってくる必要があるので、健康直接ではないが、生活に必要なもの、不可欠な水が入らなくなるということで、そこをリスクだと捉えて評価しておけばいいと思う。大気と違って水はある程度選択できるので、そういう評価でもいいのではと思う。大気の方は直接的に短時間の生命等の話なので、健康リスクが評価対象だと思うが。水については、濃度で評価するということだが、そういう給水障害と考えると濃度を超えたらリスクというよりは、どのくらいの時間給水が停止してしまうのかということのほうが問題になる。水道水質基準の基準値を超えなくても、基準値の 10 分の 1 ぐらい入ってきただけでも、水道水質基準に達する前に給水停止や、そのような措置を取られると思うので、健康リスクと捉えず、給水の障害というかたちで評価を考えたほうがよい。土壌の場合は残留、地下水に浸透するという、先の被害があり、これも直接健康被害ではないが、放置できる被害ではないので、汚染範囲がどうかたちで拮がるのかという評価を行うのはいいことだと思う。

・（紫竹委員代理）土壌については本当に現実に近い形で、計算できるのか。通常であれば、漏れたところの地下の土壌の、ボーリングテストや地下水の流れ等を含めた、ツールの入力デー

タが全部ない限りは、推定はできない。非常に長い年月をかけて、物質が移動していくというものであり、もし漏れたとした場合、周辺の地下水の分析をすとかという方がずっと早くて現実的だと思う。基準があるのも地下水の中の有害指定物質に対してのみであり、ツールで評価するのはよいが、事業者が本当にリスク評価をするのか、ということに非常に疑問がある。

→（大阪府）土壌については、土壌の状況によって汚染の拡がりというのは全然違う。地層は均一にあるものではなく、場所によって差があるものであり、本来の、本当の事象を再現できるかというところ難しい。ただ、だいたいどの程度汚染が拡がるのか、というイメージはこれで掴めるので、仮に震災が契機としてこういう漏洩があった場合に、土壌の汚染や地下水の汚染が、オーダーレベルでこういう事象が生じ得るということは確認できる。そういう状況について、事業者には土壌汚染が一回起こってしまうと、対策には億単位の費用がかかる場合があり、コスト的な面も踏まえて、リスク低減に取り組んでもらうイメージのためにこういう評価を行う。実際に評価として、各事業者に **GERAS** を使ってもらうのは難しい面もあり、また、本来的に地層が違えば全然評価が違ってしまうということや、事業者の負担に対して効果はそこまで出ないというところもあるため、事業者自身で評価するというところまでは求めない。例えば取扱量が半分になると、当然汚染範囲等もその分少なくなるので、府の方でいくつか取扱量毎に評価を行い、事業者には自分のところで取り扱っている量で漏れた場合、どれぐらいの拡がりか考えられるか、という指標にしてもらおうという位置付けで考えている。

- ・（亀屋委員）土壌もどの物質をやるかによって全然精度が違う。ここで実施しているテトラクロロエチレンについては、結構土壌汚染の調査もされており、研究例もあるので、それなりの予測はできる。六価クロムも結構水溶性が高いのである程度可能である。最近の事例だと **1,4-ジオキサン** みたいなものも計算できる。これに対して、ちょっと脂っぽいものは、研究例も少なく、予測が難しい。そこで全部の物質をやるのではなくて、情報を集めて、どういう物質であれば可能か、研究事例等や評価事例があるかを合わせて見て、今の時点でもわかっている範囲についても情報提供できるとよい。

- ・（亀屋委員）水の評価で、資料4-2の **12** ページについて、トリクロロエチレンの排出量が **1** 日 **10kg** という想定には何か意図があるのか。もしひっくり返って溢れるときにはもっと多量に溢れるのでは。その場合、例えば **1t** 溢れると、**100** 倍の値になり、水道水質基準を超えるようなことも想定される。

→（大阪府）この数字については取り急ぎの試算ということで実施しており、実際水質の評価についても、府域の事業者へのヒアリングにより、どれぐらいの量が漏れ得るのか、という想定から排出量（の数字）については改めて提示して結果を示したいと考えている。

- ・（東海委員）表4-1-3では対策の有無でそれぞれ対になっており、これが災害時に起こりうるリスクの削減に効く、ということ、事業者に知ってもらうことに意図があると思う。使うソフトに関しては限りなくデフォルトの値を使い、府としてこの計算結果には責任は負えない

いという立場を貫いたほうがいいと思う。

通常の対策ありの場合で、震度 5 の地震がきて、ある特定の工場の配管部分が壊れて流出した場合でも、なかなか物質が流出しない（被害が大きくなる）という設定のシナリオを作成し、あまり対策費用に予めお金を掛けたくない、と思われぬように、ある種の推奨ケースを準備しておく方がよい。

今回実際に 33 箇所の事業所に対して書面調査を行ったが、どういう原因でどれ程流出したのかという調査結果を基にして、府が責任をもって推奨シナリオを設定し、メリハリのついたシナリオを設けないとまとまりがつかない。

→（大阪府）対策ありの部分については府域の事業所にヒアリングして、どういう対策をとっているかということも聞き取りをしており、対策があることによるリスクの低減を評価していきたいと考えている。実際聞き取りをしたところ、災害を考えて、例えば緊急遮断弁も電力を使わないようなものにしたたり、かつ空圧で弁の閉止を行うようなものについても、エアーが切れてしまった時には遮断するという、安全側に作動するという施設もある。いろいろな施設があるので、実際に取り入れるような対策を聞き取りして、シナリオとして盛り込んで、評価していきたいと考えている。

- ・（坂田委員）具体的なリスク評価のイメージをもう少し分かりやすく提示したほうがよい。表 4-1-3 のところで、いろいろな対策の事例が紹介されているが、具体的に漏出量にどれぐらい低減が見込まれるかを指針に盛り込んでいくことや、中規模の程度の直下型地震が起こって配管が破断して緊急遮断弁がない場合、その配管とつながっているタンクの中の有害物質が、例えば全量漏出すると仮定するのか、半分漏出すると仮定するのか、というようなことや、どれぐらいの割合で地下に浸透する、あるいは水系に流出すると考えるのか、何もない地面と舗装面ではどうなるか、津波が起こってひざ下まで浸水したとすると漏出量はどうなってどこに移行していくのか、よそで地震が起こって大きな津波だけきた場合はどうなるのか、そのようなシナリオの設定とその評価の考え方を分かりやすく事業者に提示することを盛り込んだ指針がほしいと思う。

また、大阪府側でリスク評価される場合、土壌には埋立地についての考え方を入れて頂きたい。いくつかの化合物のリスク評価結果が、本事業において大阪府から事業者提示されると思うが、どういう考えでリスク評価をしたかという説明を入れる必要がある。埋立地の記述があまりないが、埋立地に工場を建てるケースが結構多いので、埋立地を対象としない場合はその旨を記載して頂きたい。

→（大阪府）土壌については、帯水層による地下水の拡散方法をみるということで、近くに地下水を飲用する家がある場合を想定しており、埋立地であれば基本的に地下水の飲用はないと考えられるので、この事業では対象にしないと考えている。

- ・（坂田委員）埋立地は今回対象にしないでリスク評価を行ったと明確に記載して頂けばわかりやすい。水質も同じことで、給水障害をターゲットにしたリスク評価だとはっきり記載してあ

れば、事業者側も理解しやすい。

→（大阪府）今頂いたご指摘を踏まえ、もう少し精緻なものでシナリオを考えて、また次の検討会に報告する。

・（鈴木委員）坂田委員の意見のとおりで、リスク評価に対する考え方が明記されていない。例えばリスクであると当然影響度、発生頻度があるが、発生頻度に対する取り扱いをどうするか、リスク評価に対する基本的な進め方が示されていない。例えば発生頻度をいれるのか、全く入れなくていいのか、どう考えるのかという議論をして、リスク評価の手順・考え方をもう少し明記・整理した方がいい。

・（亀屋委員）水のところで、**12** ページで⑧の取水地点が一番下流なのか。確か下流から **5km** ぐらいのところから神戸の方に持っていく取水口がもう **1** 個あったように記憶しているが。

→（大阪府）もう一度調べて整理する。

・（東海委員）やはり最終的に「本事業の検討範囲」（資料1）というところにつながっているので、実際に府が「化学物質適正管理指針を改正し、下記を事業者に求める」と、いうことであれば事業者が記載してある内容をすべきことになるため、この部分は意味がしっかり通る枠付けにしておく必要がある。予め評価する範囲、方法を示していれば有意なものになると思う。また、やはり産総研の公表ソフトがこのように使用されることが表にできれば、こういう国のプロジェクトでつくられたものが広く普及していき、批判も含め、次のこういう分野の知的な共有しうる基盤として自立していく方向の起爆剤にもなる。そういう良い循環が形成されるような事業にして頂きたい。

## ○その他

・（事務局）次回、第**3**回の検討会は**2**月頃を予定している。

以上



平成24年度 第3回 化学物質の災害時リスク低減検討会 議事録

日 時：平成25年2月21日(木) 15時30分～18時00分

場 所：新大阪丸ビル新館 909号室

出席者：委員(五十音順) 亀屋委員、坂田委員、鈴木委員、東海座長、(春山委員欠席)  
大阪府環境保全課 奥田課長補佐、岩井田主査  
オブザーバー 別紙のとおり  
事務局 進藤、末兼、寺中

議事内容：

新大阪丸ビル新館において、第3回 化学物質の災害時リスク低減検討会を行った。主な質疑は、以下のとおりである。

○議題1 「第2回検討会における委員指摘事項とその対応」

大阪府環境保全課岩井田主査から資料1及び資料1の参考資料により説明があった。

【質疑応答】

- ・(東海座長)(資料1について、特に質疑がないため)お気づきの点があれば、議題2以降の質疑の際、あわせてご質問いただくこととする。

○議題2 「東日本大震災における化学物質取扱施設の被害状況調査結果等について」

事務局から資料2-1～2-3により説明があった。

【質疑応答】

- ・(東海座長)資料2-2の p13、表2-2-1 4において、リスク評価が実施されているが、本事業で検討するような局面を想定したリスク評価がこれまで実施されているのであれば、その実施内容等の知見を踏まえて大阪府は推奨シナリオを作成したという整理の仕方ができると思うが、そういった詳細については補足することは可能か。
- (事務局)ご指摘の箇所のリスク評価は、資料2-3の p3、ソフト面で実施してきた対策に記載されている内容で、合成プロセスのリスク評価、および、時期・時間帯別の災害シナリオに基づいた被害想定抽出といったものである。  
(東海座長)内容については了解した。いずれにしても、本調査結果は貴重な知見となっているので、実際に起こった事象を踏まえた上で、大阪府では災害時における事前のリスク評価を制度化したというストーリーが出来ると思うので、災害時のリスク評価の試行に何かしらの形でつながるようにした方が良いと思う。
- ・(東海座長)資料2-1について、被災前にこういう事前の対策をしていて、発災後に被害を受けて、それに対してこういう対策を実施したという風に分けて読み取れば、もう少し分か

り易かったと思いますが、そのような整理は可能か。

→（事務局）本資料については、事前の対策、発災後の被害についてのみ記載している。

（大阪府）書面調査実施時に、事前の対策か、被災後に実施した対策かを聞いているので、ご指摘頂いた内容で再整理させて頂く。

- ・（鈴木委員）資料2-2、**p12**の表2-2-13の津波の被害に関して、ローディングアーム等の湾岸施設は津波の被害が深刻であり、現地調査では、そういった被害内容が調査結果として出ていると思うが、項目として挙げなくてよいのか。

→（大阪府）今回の調査では、主に化学物質の漏洩・流出に関係しているものという観点で整理している。

（鈴木委員）湾岸施設では、油や化学物質の出荷・入荷等の作業中に被災し、深刻な漏洩・流出が起こるといふことも考えられる。少し気になっただけで、特に強い意見ではない。

（大阪府）ご指摘頂いたとおり、出荷・入荷作業中に被災し、漏洩・流出が発生するということもリスクのある事象と考えられるため、そのあたりも考慮した上で整理させて頂く。

- ・（亀屋委員）資料2-3について、今回の調査先は、何れの事業所も、被災時に非常用電源を使用されたとあるが、非常用電源が災害時にどのように役立っているのか、足りているのか足りていないのか、そういった情報はあるか。例えば、制御系が全て止まってしまうのを防ぐとか。

→（大阪府）どうしても止めてはならない設備というものがあるので、そういうところに重点的に電力を振り分けていると聞いている。なお、一つ目の事業所の自家発電設備は、廃油を利用して発電しているものであるが、震災時に津波により発電設備の灰出し設備が被害を受け、発電設備自体が一部使用不能になったそうである。このことより、自家発電設備についても津波被害を受ける可能性があるのであれば、その対応が必要であると考えられる。

### ○議題3 「大規模災害時における化学物質管理に係る課題と対策について」

事務局から資料3により説明があった。

#### 【質疑応答】

- ・（坂田委員）資料3の表3-3は、ハード面の課題と対策についてまとめられていると思うが、これらの対策を講じることによってどの程度化学物質の漏出量が削減されるのか、といったところは今後の指針の改定の段階で、デフォルトのようなものが定義されるのか。耐震基準を満たしたら、配管は破断されず、満たさなければ破断するというようなイチかゼロかの分類であると、事業規模の小さい企業にとっては、全てに対策を打つのは苦しいところであると思うので、基準を満たさなくても改善策を講じることによって、どの程度効果があるかといったところを、半定量的にでも提示できたらいいと思う。

→（大阪府）対策によって、どれだけリスクが低減出来るかということについては、対策によって提示出来るものと出来ないものがあると考えている。耐震設計などについて、法律上求めら

れていないものに対し、法律上求められているレベルまで全て耐震補強等を求めるといったことは考えていない。今後の指針の改定に関しては、資料4-1で、もう少し詳しく説明しているので、そこで改めて議論したい。

- ・（鈴木委員）ケミカルタンカーはここでは、議論対象外ということでもいいのか。ケミカルタンカーが離棧時に配管ごと持って行ってしまい、そこで大量の流出が発生するという事態など、津波発生時の船の取扱いは油関係では対応しようとしているが、ここでは議論の対象にならないのか。
- （大阪府）ご指摘頂いたような事象は、発生すると確かに化学物質の大量流出などが起こるとい認識はあるが、化学物質管理制度の中で個々の事業者に求めていくには、想定される事象として大きすぎると考えている。港湾としてどうあるべきか、という点から議論していくべき内容と考えられるので、府の港湾・臨海地域の保安を監督している部署と今後調整が必要と考えられる。

#### ○議題4 「災害時のリスク評価の試行について」

大阪府環境保全課岩井田主査から資料4-1によりリスク評価の対象とした事例の選定方法などの説明があり、事務局から資料4-2により、リスク評価の結果の説明があった。

##### 【質疑応答】

- ・（坂田委員）シナリオも大変詳しくなり、リスク評価についても大変わかり易く、すごい作業量のところもうまくまとめている。このように実際にリスク評価を行って結果がでてくると、どのように活用されるのか。例えば水系の方だと **AIST-SHANEL** でピーク濃度を描く形で実施している。取水制限へのインパクトがターゲットであるというふうに前回お聞きしたと思うが、そうすると、例えば **15** ページの表4-2-4のような実際の計算値と水道水質基準値が出てきた場合、これは瞬間的に水道水質基準値を超えており、この場合はダメなのか。**AIST-SHANEL** の場合、継続時間も重要であり、何らかの対策をするとどのぐらいの時間、水質基準値を超えるのか、それに対策を講じることによって時間が短くなると、それは何らかのリスクを低減できたことになる。そういった評価はどのようにされるのか、出てきた数値をどのように評価するのか、また、このような点が指針に入るのか。
- これは大気にも言えることで、**8** ページの大気拡散状況予測結果で、この信頼線が事業所の敷地の境界線を **1m** でも越えてしまったらダメなのか。計算はおそらくこれで大体できると思うが、その結果の活用の仕方で先ほどのように **1** か **0** かなのような評価になるのか、そのあたりを管理指針か何かで示して頂けるのか。
- （大阪府）状況に応じて場合分けするが、水質については大阪広域水道企業団の意見を聞きながら、ということになると思う。基本的にはこの想定はかなりの規模の震災がきているということなので、やはり一時的でも超えると、通常時であれば一時的に超えた程度であればモニタリング等で対応できると思うが、こういう場合はそういう対応がなかなか難しいと思うので、基本的には一時的でも超えるとやはり問題・課題は大きくなると思っているが、ご指摘の点に

については検討していきたいと思う。

大気については、敷地境界というよりは住民の方がおられるかどうか、というところだと思う。やはり住民がおられるところでリスクが出るという判定がでてしまったら、当然リスク評価の精度の問題もあるが、それは実際に被害が出るような可能性があるということなので、対策が必要であると思っている。

- ・（坂田委員）そのような活用の仕方を今後の資料に明記、示して頂くようお願いしたい。
- （大阪府）今回のこの検討会の最終アウトプットとしてそこまでできるかどうかはわからないが、指針の見直しの中で、もう少しいろいろ条件を振ってみて、ご意見頂いたような条件でどうかというところは、実際に対応する部署とも協議をしながら、どこまで求めるべきかという範囲は検討していきたい。

- ・（亀屋委員）関連するが、資料4-2の1ページ目のタイトルのところがリスク評価ということになっているが、これがリスク評価と出ると、いろいろな、だいぶ大胆な仮定もあるので、リスクシミュレーションぐらいにしておくほうがよい、という感覚を持っている。

**2** ページのところの**14** 番のところでは漏出源の形状、水たまりの計算をするという設定であるが、**3** ページのところでは水たまりの直径が**93m**とあり、かなり大きな水たまりになっている。計算すると、これは流出量、流出したものが、**5mm**厚に広がるような計算をしているということだと思う。直径**93m**だと敷地の外へ出てしまうようなケースが非常に多く、大きな敷地を持っているところであればあり得るが、それ以外のところではあまりありえない。流出速度は、面積に比例した形で蒸発速度が計算されていると思うので、これはかなり過大に見積り過ぎているのではないか。

水（河川）のところでは、**SHANEL**で計算をすると、要は上流から流れてきた川の水に希釈されてそのまま、半減期が**100**年ぐらいで分解しない計算になっているので、ただ流れてくるような感じになるが、そうした時に、ここで出されている濃度が、単に濃度と書いてしまうとずっとこの濃度で流れ続けてくるようなイメージになる。決してそうではなくて、この濃度はあくまでも最大の到達濃度だということである。**1**時間で一気に流出したものは、**1**時間経てば濃度がゼロになるので、そういう意味で最大到達濃度といえる。また、どこの事業所流出させたか、ということによって、浄水場に到達するまでの到達時間というのが計算で出てくる。あとは最大濃度がある時間（タイムステップにもよるが）、**1**時間継続する、**1**日継続するとか、そういった情報も一緒に出ないと数字自体が誤解を招くという気がする。計算上はこのように計算すれば非常に高い濃度で、**1**時間だけは継続するというような計算結果になると思うので、それはそれでいいと思うが、その辺りデータの活用、読み方、解釈をもう少し丁寧に解釈できるように数字を出して頂きたい。

また、**14** ページのフッ化水素の水溶解度が**200,000**というふうになっているが、土壌の方では**3,300,000**と違う数字を使っているなので、同じ物質であれば、水溶解度も同じものを使った方がいいと思う。

**15** ページの③の取水口のところで、濃度が**2.3**と他のところに比べてかなり低い濃度になって

いるが、こういう計算結果になる理由が見当たらないので、どうしてこうなったのか、わかれば教えて頂きたい。16 ページ、17 ページでも③のところが濃度が小さい値が出ているが、上流の方に拡散して登っていく、ということではなく、開始された地点より下流のところで高い濃度で出てくると思うので、どうしてこういう計算結果になるのか、疑問に思っている。

土壌の方については、図に示されているように全部真っ青の図が多いが、これは19 ページの帯水層のところを見ているからこのようになっていると思う。すなわち表層土壌のところに汚染物質が入ってきて、表層土壌をなかなか下に降りて行かないような、そういう状況であるから帯水層の方にはこの時間のタームではあまり届かない、という計算結果であるという解釈でよいか。中身が見えないので、ご説明頂きたい。それに関連して、24 ページのケース10-2は、土壌粒子への吸着無しというものなので、吸着がない場合は表層土壌のところに降りてきたものが、雨と同時にスーッと下に降りてくるのではないのか。そうすると、帯水層もすぐ汚染されると、計算上はそうなると思うが、なぜこの10-2では吸着がないのに帯水層に物質が降りてこないのか、ということに計算があっているのかどうかも含めて、確認と説明頂きたい。また、25 ページの表の4-2-5の80m というところの一番下のところにある19,809.68 という数字があるが、この数字だと赤く塗られないといけないはずが、図のところで赤色がないので、表と図があっているのかどうかご確認頂きたい。

→ (大阪府) まず大気で水たまりの直径が過大ではないか、ということで、それは指摘のとおりである。これはかなり極端なケースとして想定している。CAMEO-ALOHA では液状物質がタンクから漏れた時にどれだけ拡がるかという予測もできるので、それで拡がりを出している。本来のリスク評価を行うときは当然敷地内で、防液堤とかそういうものがあるので、その範囲内で収まるということで計算すると考えている。

・ (亀屋委員) 93m という数字を見れば、数量的な感覚からして過大だと思うが、かなり大きく広がっているということを文章で少し追記して頂きたい。

→ (大阪府) 資料についてはもう少し注釈をいれる修正をさせて頂く。水質についても、本来的にはパルス型の高濃度のものが一時的に出るが、そういう評価をこのツールではできないので、強制的に、定常的に高い濃度が流れているという計算をしている。その辺りは丁寧に条件を書いて、資料の最終的なまとめとしては丁寧に記述するようにしていく。

最大到達濃度とその時間について、時間はおそらく流量を考慮すればある程度のことはできると思うので、合わせて記載できるかどうか検討していく。

メッシュに出ている小さい濃度については、大阪府としても疑問点になっておりおり、産総研に確認している途中であるので、分かり次第メール等でご案内させて頂く。

土壌の方で、例えば22 ページで、最初に帯水層における吸着濃度、あとに溶液中の溶解濃度について図を出しているが、最初青い図が多いのは、上に表層土壌があつて下に帯水層があり、上から降りてくるのに時間がかかるからそういう結果になる、という通りである。

2つ目の、上のものが下に降りてくるのになぜ時間がかかっているのか、という点については、また産総研に確認をしたい。

・ (亀屋委員) 吸着有りでは、パラメータの設定の仕方によって時間がかかって下に降りてくるの

はわかるが、**24** ページの吸着なしの場合、溶解度もかなり高いので、**1 年 10 年**かかっても降りてこないということはないと思う。ジオキサンみたいな溶解度のものもスーッと落ちてしまうので、雨が降ったら、雨の浸透速度と同じ速度で落ちてくるはずで、吸着無しという仮定をしたからには、こういう結果だと少し腑に落ちないと思う。

→（大阪府）それについても産総研に確認させて頂きたい。後のほうで数字が出てきたりするもので、**10** 日より早く落ちているということは無いと思います。頂いたご意見については確認後、先生方にお知らせして、報告書の方にはどのような条件であったかということ記載させて頂きたい。

・（坂田委員）この資料については公開して、事業者が使えるようにすると思うが、そうであれば、土壌の今回の例では、**20** ページのテーブルにデフォルト値と入力値を入れてあるが、デフォルト値と違う入力値、デフォルト値と入力値が違うものがあり、いくつか、あるいは選択するもの、ありとかなしとか選択するものがある場合、選択した理由等を入れておいて頂けると、なぜデフォルト値と入力値が違うのか等、あとあと追っていくのが楽になると思うので、よろしくをお願いします。

→（大阪府）ご指摘の点についても反映させる。

・（亀屋委員）今の関連で、このデフォルト値というのは物質によらないで決まるものなのか。透水係数は水のことだけを言っている透水係数なのか。

→（大阪府）これは水だけの透水係数で絶対透水係数というのがある。物質ごとで変わるパラメータというのは物質ごとで用意されており、かなりの物質で計算できるようになっている。一応パラメータについては個々のもので振られている。

・（亀屋委員）例えばテトラクロロエチレンの場合は、吸着のパラメータは載っていないが、これは吸着のシミュレーションはしないということか。

→（事務局）油については、吸着は考慮せずに計算するというモデルになっている、と聞いている。

・（亀屋委員）モデルの中で油の場合には吸着は考えないというモデルになっているのか。

→（大阪府）計算できないというモデルになっている、と聞いている。

・（亀屋委員）農薬なんかをシミュレーションするモデルであれば、当然吸着の項が入っている。農薬の場合は吸着が一番効く項で、透水係数のような雨が降ってきた影響よりも、吸着の項で移動速度が遅れるというのが一番効いてくる項であり、おそらく入っているのではないかと思う。

→（大阪府）事務局からはできないと聞いているが、もう一回確認を行う。ただ産総研から聞いた内容では、使いやすさを優先している面もあり、あくまでも簡易的なモデルであるということで、そういう面から省かれているかもしれないが、その辺りは産総研に確認させて頂く。

- ・（東海座長）多くの意見が出尽くしたと思うが、坂田委員がご指摘されたように、このツールの使い方が丁寧にされるべきであると思う。実際に実施する目的というのは災害時の化学物質リスクを事前に把握して、そのための必要な対策を事業者が準備をするということであり、そのための環境情報に使えるようなものをつくる、支援する、そういう道筋でこのリスク評価の結果が使われると思う。ですから、印象としてはシナリオの設定の仕方のところがややソフトの仕様に引っ張られているところがあるが、デフォルトのところは触らずに、ここの部分の条件を変えることでその対策をした場合、しない場合の差がこのようになり、その結果をもって応急措置と事前対策をする必要性を事業者の方に求める。その部分が重要だと思うので、あまりケミカルなところに行く必要はないと思う。もちろん誰が読んでもこういう理由でここはこう設定されて、その設定の結果が計算の結果に反映されている、というその対応関係をしっかりしておくことは当然必要となる、という印象である。

あとは今回の目的において、これらのソフトを使うに至った理由、ひとつは土壌の方のモデルは開発側がこういう目的で使えますというものがあつたが、そういうことはしっかりと書いておくべきだと思う。**AIST-SHANEL**の方は定常状態の場合の解析を目的としているので、計算上は今回の目的に擬似的に対応するようにしているということも明記しておいたほうがよい。気になったのは想定している地震の規模と津波の規模がすでに決められていて、その条件に沿った時に全量であるとか半分であるとか、という設定が次に来ている。いわゆるその地震の外力がもたらすところの化学物質の流出量・流出ポテンシャルの間のつなぎ、その部分の説明を少しされた方がよいのでは。要するにこういう理由で全量出る、半分出る、と仮定をして、計算して下さい。そして事前にこういう対策を入れておけば、これだけ、これらのモデルを使うことによって減る結果になる。そういう結果が事業所の立地条件等で得られる。

資料1の5番の項目の内容のところ、震度5強以上、津波3m以上を考慮し、これが起こる確率の曝露解析をしてください、その時には100%出るという想定をしてください、それに対して対策を導入することによって、それぞれの事業所の対策のレベルに応じて排出・流出量が決まって、その時の計算結果が出るということか。このNo.5のところの想定災害事故とその排出量の間をつなぐ部分の整理をしっかりと説明しておくことが、報告書を読んだ時にわかりやすいのではと思う。

あと産総研の**AIST-SHANEL**のところ、有機炭素水分係数の値のところ、値によっては途中で強制終了するという内容があるが、これは産総研に聞かれたか。

→（事務局）値の入れ方もまずかったと思うが、ゼロ等の値を簡単にに入れてしまうと止まってしまう。

- ・（坂田委員）分母がゼロになるようにしてしまったのではないか。

→（事務局）入力し忘れて空白のまま計算してしまうとそういう結果になってしまう。

（大阪府）入力忘れ時の注意と言った表現に変える。

- ・（東海座長）余談だが、産総研もこのように自治体でこういう目的でリスク評価のようなツールとして使われることは、さらなる技術開発の進化の推進力になって非常によいと言われている。

たので、今回の様々な気づかれた問題点等を是非フィードバックされれば、バージョンアップの方向につながるのではないかと思います。

- ・（東海座長）他、全体を通じた意見等ありませんか。
  - ・（坂田委員）この内容ではないが、こういう取り組みは確か東京都も調査されているという話を伺いましたが、このような取り組みは他の自治体でもやっているのか。
- （大阪府）聞いているのは東京都だけである。
- ・（坂田委員）国についてはどうか。
- （大阪府）国は一応来年度に災害とリスク低減について、検討はするという話を聞いているが、ただどこまでするかはわからない。
- ・（坂田委員）中国から **PM2.5** が飛んできて、まず自治体が検討委員会等を設けたので、新聞によると国も検討を始めたというのがあった。だから、こうした大阪府のしっかりした活動が、国を動かすような、横展開の、逆に中央の方にもしっかりしてほしい、ということが言えるのではと思う。
- （大阪府）環境省の環境安全課等とは大阪府がこのような事業を実施している、という話をしたり、ある程度やり取りをしながら行っている。どこまで国でできるかというのは制度の枠組みもあると思うが、国とも連携しながら実施していきたいと思うので、いろいろとご指導頂ければと思う。
- 
- ・（東海座長）特にまとめるような方向に議論はしなかったが、各委員から貴重なご意見頂き、これを踏まえて、来年度の上位の委員会等で、もう少し大阪府としての検討のためのまとめになりそうか。あと何か、（議論すべきことは）ないか。
- （大阪府）結構でございます。

## ○議題5 「その他」

大阪府環境保全課奥田課長補佐から検討会閉会の挨拶があった。

以上