

三重県石油コンビナート  
防災アセスメント

報告書（概要版）

平成26年3月

三重県

## はじめに

内閣府に設置された「南海トラフの巨大地震モデル検討会」においては、最新の科学的知見に基づき、南海トラフの巨大地震対策を検討する際に想定すべき最大クラスの地震・津波の検討が進められ、平成 24 年度に震度分布・津波高等に係る推計結果についてとりまとめられました。

これを受け県では、地域防災計画等を見直すため、国の推計結果等を参考に、県で想定すべき断層モデルを構築して南海トラフの巨大地震及び直下型地震に係る被害想定調査を行うとともに、三重県石油コンビナート等防災計画の見直しの基礎資料とするため、石油コンビナートの防災アセスメント調査を行いました。

本報告書は、平成 25 年 3 月に改訂された「石油コンビナートの防災アセスメント指針」に基づき、学識経験者、消防本部の職員等で構成された技術検討会において調査検討された結果の概要をとりまとめたものです。

県はこの調査結果をもとに、三重県石油コンビナート等防災計画の改訂作業を進めることとしていますが、防災関係機関及びコンビナート事業所等における防災対策に活用していただければ幸甚です。

最後に、本報告書のとりまとめにあたり、多大な御指導、御助言をいただきました小川輝繁座長をはじめ委員各位に御礼申し上げます。

平成 26 年 3 月

## << 目次 >>

1. 調査目的と概要	1
1.1 調査目的	1
1.2 調査概要	1
2. 石油コンビナート区域の現況	2
2.1 三重県の石油コンビナート区域	2
2.2 事業所の立地状況	2
3. 評価の対象と方法	4
3.1 評価対象施設	4
3.2 想定地震	5
3.3 評価方法	5
3.3.1 発生危険度	5
3.3.2 影響度	5
4. 平常時の事故を対象とした評価	8
5. 地震動及び液状化による災害の評価	10
6. 長周期地震動による災害に係る評価	15
7. 津波による施設被害を対象とした評価	16
8. 大規模災害の評価	17
9. 防災計画の見直しに向けた検討	18
10. 資料編	19

# 1. 調査目的と概要

## 1.1 調査目的

本調査は東日本大震災や南海トラフ地震の被害想定公表を受け、県石油コンビナート等防災計画見直し検討の基礎資料を得るため実施したもので、県内の石油コンビナートにおいて、地震時や平常時の事故により発生する可能性のある災害の種類や発生危険度並びにその影響度等を調査しました。

調査は、客観的かつ現実的なものとなるよう科学的手法に基づき実施する必要があります。このため、消防庁から「石油コンビナートの防災アセスメント指針（平成 25 年 3 月改訂）」が示されており、本調査はこの指針に基づき実施しました。

## 1.2 調査概要

調査全体のフロー図を図 1-1 に示します。

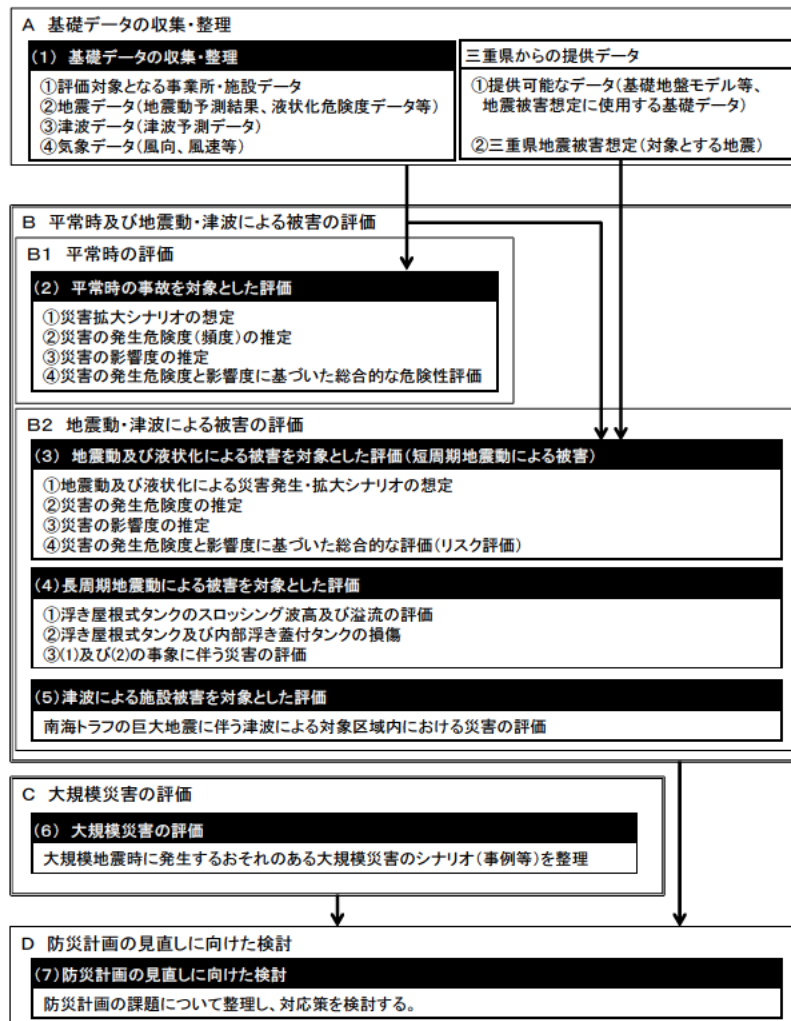


図 1-1 調査全体のフロー図

## 2. 石油コンビナート区域の現況

### 2.1 三重県の石油コンビナート区域

三重県の石油コンビナート等特別防災区域として指定された地域は、四日市臨海地区と尾鷲地区の2ヶ所となっています。各地区の概況を表 2-1 に示します。

表 2-1 三重県石油コンビナート等特別防災区域概況

区 分	区 域 面 積 km <sup>2</sup>	貯蔵・取扱・処理量		特定事業所			その他 事業所
		石油 千 k1	高圧ガス 十万 Nm <sup>3</sup>	総数	第1種 事業所 (内レイアウト)	第2種 事業所	
臨海地区 四日市市	11.01	7,118	5,934	50	16(11)	19	15
尾鷲地区 尾鷲市	0.56	669	0	1	1(0)	-	-
合 計	11.57	7,787	5,934	51	17(11)	19	15

出典：三重県石油コンビナート等防災計画（平成25年修正版）

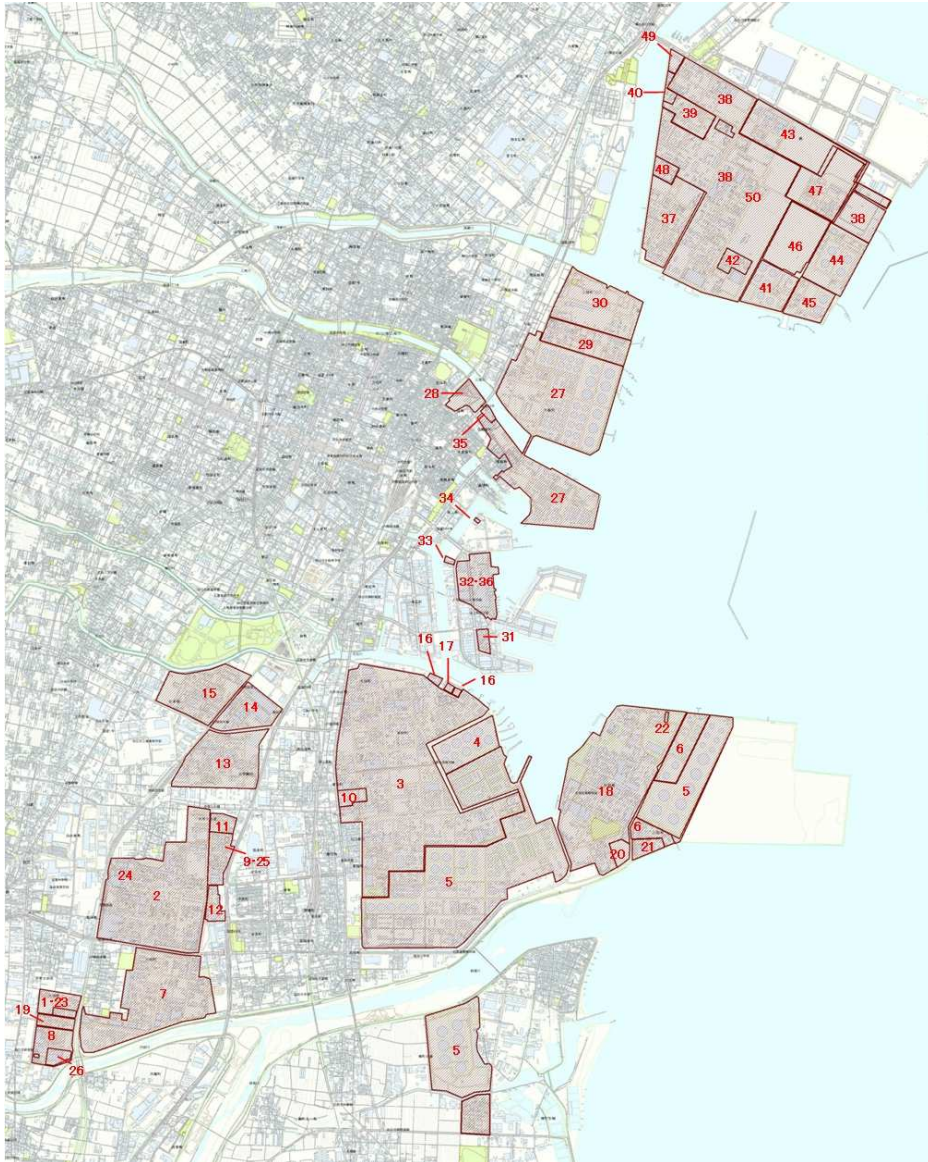
### 2.2 事業所の立地状況

#### (1) 四日市臨海地区

四日市臨海地区は、四日市市に位置し、面積11.01km<sup>2</sup>、35の特定事業所（第1種事業所16、第2種事業所19）で形成されており、石油精製、石油化学を主体とした全国有数のコンビナート地区です。

#### (2) 尾鷲地区

尾鷲地区は、尾鷲市に位置し、面積0.56 km<sup>2</sup>、1つの特定事業所（第1種事業所1）で形成されており、火力発電を主体とした地区です。



(1) 四日市臨海地区



(2) 尾鷲地区

図 2-1 特定事業所等位置図

出典：三重県石油コンビナート等防災計画（平成 24 年修正版）

### 3. 評価の対象と方法

#### 3.1 評価対象施設

相対的に規模の大きな施設、またはコンビナート区域外に近接する施設を対象として防災アセスメントを実施しました。

表 3-1 選定条件一覧

分類	選定条件(注 1)
危険物タンク	<ul style="list-style-type: none"><li>容量が 5,000kl 以上のタンク(注 2)</li><li>コンビナート区域外の一般施設から 100m 以内のタンク</li></ul>
高圧ガス貯槽 (可燃性)	<ul style="list-style-type: none"><li>KW<sup>*1</sup> 値が 10<sup>6</sup> 以上のタンク</li><li>コンビナート区域外の一般施設から 100m 以内のタンク</li><li>小容量のボンベ等は対象外</li></ul>
高圧ガス貯槽 (毒性)	<ul style="list-style-type: none"><li>コンビナート区域内の全てのタンク</li><li>小容量のボンベ等は対象外</li></ul>
毒劇物液体タンク	<ul style="list-style-type: none"><li>コンビナート区域内の全てのタンク</li><li>小容量のボンベ等は対象外</li></ul>
プラント (製造プラント及び 発電プラント)	<ul style="list-style-type: none"><li>KW 値が 10<sup>6</sup> 以上の石油精製、石油化学、一般化学等の生産設備、および出力 10 万キロワット以上の発電設備</li><li>コンビナート区域外の一般施設から 100m 以内のプラント</li></ul>
パイプライン	<ul style="list-style-type: none"><li>コンビナート区域外に設置された危険物配管、高圧ガス導管</li></ul>

注 1) 災害時における周辺への影響度やコンビナート区域外の一般施設への影響を考慮して条件を設定しました。いずれかの条件を満たす施設を対象とします。

注 2) 参考として、危険度の評価では 5,000kl 未満のタンクも対象としました。

<sup>\*1</sup> 高圧ガス保安法コンビナート等保安規則第 8 条に示されている可燃性ガス施設の保安距離の算定に代入する数値のこと。K と W の積。

K：ガスの種類及び常用の温度区分に応じて決められる数値

W：貯蔵設備では貯蔵能力に関する数値、処理施設の場合には設備内にあるガスの質量の数値

## 3.2 想定地震

以下の3つの地震を想定して、地震や津波による影響を評価しました。

### (1) 南海トラフ地震

- ①過去最大クラスの南海トラフ地震（以下、L1地震と記す）
- ②理論上最大クラスの南海トラフ地震（以下、L2地震と記す）

### (2) 内陸活断層

- ③養老・桑名・四日市断層帯（以下、活断層型地震と記す）

## 3.3 評価方法

「石油コンビナートの防災アセスメント指針(消防庁特殊災害室、平成25年3月改訂)」を基に、災害事象の発生危険度および影響度を評価し、それらの結果を基に総合的な危険性評価を行いました。

### 3.3.1 発生危険度

平常時および地震時に災害に進展する可能性のある事象(初期事象:表3-2)を設定し、更に事故の拡大防止を計る措置や装置の効果等を加味して災害拡大シナリオを作成して、最終的に進展する可能性のある災害事象を抽出しました。そして、初期事象や拡大防止装置等に確率を与えてイベントツリー解析を行うことにより、災害事象の発生危険度(発生確率)を計算しました。

また、三重県石油コンビナート等防災計画の見直しに資することを目的としていることから、平常時および地震時に実際に発生する可能性が高く対策の優先順位の高いリスクを抽出することが重要となります。このため、災害の影響度を検討する災害事象を抽出する発生確率の基準として、表3-3に示す安全水準を設定しました。

### 3.3.2 影響度

被害拡大シナリオで最終事象として抽出される災害事象が発生した場合の影響を、「石油コンビナートの防災アセスメント指針(消防庁特殊災害室、平成25年3月改訂)」の手法を基に評価しました。災害事象と評価方法の概要を表3-4に示します。



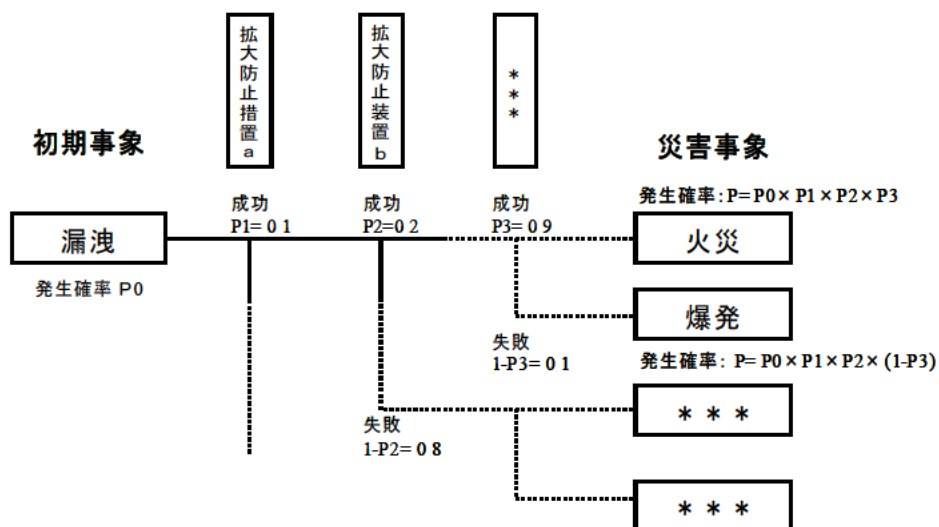


図 3-1 災害拡大シナリオのイメージ

表 3-2 初期事象一覧

分類		平常時	平常時	地震時
危険物タンク	固定屋根式 浮き屋根式	配管の小破による漏洩	●	●
		タンク本体の小破による漏洩	●	●
		配管の大破による漏洩	●	●
		タンク本体の大破による漏洩	●	●
	浮き屋根式	浮き屋根シール部の損傷・漏洩	●	考慮せず
	固定屋根式	タンク屋根板の損傷	●	考慮せず
高圧ガス貯槽 (可燃性、毒性)		配管の小破による漏洩	●	●
		タンク本体の小破による漏洩	●	●
		配管の大破による漏洩	●	●
		タンク本体の大破による漏洩	●	●
毒劇物液体タンク		危険物タンクに同じ(確率は旧法旧基準に同じ)	●	●
プラント (製造プラント、発電プラント)		装置の小破による漏洩	●	●
		装置の大破による漏洩	●	●
パイプライン		配管の小破による漏洩	●	●

表 3-3 対策の検討対象とする災害事象の抽出基準（安全水準）

区分	安全水準	安全水準の意味
平常時	$10^{-6}$ /年	同種の施設 100 万基に対して、対象とする災害が1年間に 1 回発生する確率
地震時	$10^{-4}$ /地震	想定地震が発生した場合に、同種の施設 1 万基に対して、対象とする災害が 1 回発生する確率

表 3-4 災害事象と評価方法の概要

	災害事象	評価方法の概要
可燃性液体	タンク火災	火炎を円筒で模擬したモデルにより、タンク中心からの距離の関数として輻射熱を計算します。
	流出火災	
	防油堤火災	
可燃性ガス	爆発	高圧ガス保安法のコンビナート等保安規則で規定されている式で爆風圧を計算します。
	火災	坂上の拡散式により大気中濃度を計算します（着火・燃焼範囲を把握します）。
毒性ガス	大気拡散	坂上の拡散式により大気中濃度を計算します。
毒性液体	大気拡散	

本調査では、発生危険度に主眼を置き、「一定の発生危険度」を平常時  $10^{-6}$ /年、地震時  $10^{-4}$ /地震として、想定災害を次の 2 段階で抽出しました。

【平常時】

第 1 段階：概ね  $10^{-5}$ /年 程度以上発生すると算定された災害

第 2 段階：概ね  $10^{-6}$ /年 程度以上発生すると算定された災害

【地震時】

第 1 段階の想定災害：概ね  $10^{-3}$ /地震 程度以上発生すると算定された災害

第 2 段階の想定災害：概ね  $10^{-4}$ /地震 程度以上発生すると算定された災害

#### 4. 平常時の事故を対象とした評価

表 3-2 に示す初期事象に対して、過去の事故発生状況に関する統計値を基に発生確率を設定し、事故の拡大防止を計る措置や装置の効果等を加味して、災害事象の発生危険度を計算しました。想定した災害事象は、表 10-1 のとおりです。

- ・危険物タンクの少量流出火災や高圧ガス貯槽の可燃性ガス少量流出爆発/火災等が、発生頻度が比較的高く、対策を優先すべき第 1 段階の災害として想定されます。
- ・上記災害は、施設数の多い四日市臨海地区でも、それぞれ年間の発生件数は  $2.0 \times 10^{-3}$  件 (0.002 件 500 年に 1 件程度の発生) 及び  $3.5 \times 10^{-3}$  件 (0.0035 件 同 290 年) と見込まれます。その他の災害についても、年間の発生件数は非常に小さく、その発生間隔は数千年から数万年に 1 件程度と見込まれます。
- ・施設数の少ない尾鷲地区では、各想定災害の発生件数はさらに小さく、その発生間隔は 5 千年から数十万年に 1 件程度と見込まれます。

表 4-1 主な災害事象の災害発生危険度 (平常時)

##### ①四日市臨海地区

評価対象施設	想定災害 (発生危険度が安全水準以上となる 災害事象)		発生件数 [件/年]	おおよその 発生間隔
危険物タンク	第 1 段階	少量流出火災	$2.0 \times 10^{-3}$	500 年
		中量流出火災	$5.2 \times 10^{-4}$	1,900 年
		仕切堤内流出火災	$2.4 \times 10^{-5}$	42,000 年
		タンク小火災	$1.1 \times 10^{-5}$	91,000 年
		リム火災	$3.8 \times 10^{-4}$	2,600 年
		リング火災	$4.2 \times 10^{-5}$	24,000 年
	第 2 段階	防油堤内流出火災	$6.5 \times 10^{-6}$	150,000 年
		タンク全面火災	$1.7 \times 10^{-6}$	590,000 年
高圧ガス貯槽 (可燃性ガス)	第 1 段階	少量流出爆発・火災	$3.5 \times 10^{-3}$	290 年
		大量流出爆発・火災	$3.5 \times 10^{-5}$	29,000 年
		長時間流出爆発・火災	$1.8 \times 10^{-4}$	5,600 年
高圧ガス貯槽 (毒性ガス)	第 2 段階	中量流出爆発・火災	$3.5 \times 10^{-6}$	290,000 年
		第 1 段階	少量流出毒性拡散	$7.8 \times 10^{-5}$
毒物・劇物液体タンク	第 1 段階	大量流出毒性拡散	$7.8 \times 10^{-5}$	13,000 年
		少量流出毒性拡散	$2.6 \times 10^{-5}$	38,000 年
		大量流出毒性拡散	$5.2 \times 10^{-5}$	19,000 年
プラント (危険物または可燃性ガス)	第 1 段階	長時間流出毒性拡散	$2.6 \times 10^{-5}$	38,000 年
		少量流出爆発・火災	$1.3 \times 10^{-3}$	770 年
		ユニット内全量流出爆発・火災	$2.7 \times 10^{-5}$	37,000 年
プラント (毒性ガスまたは毒物・劇物液体)	第 2 段階	長時間流出爆発・火災	$1.4 \times 10^{-6}$	710,000 年
		第 1 段階	少量流出毒性拡散	$3.0 \times 10^{-5}$

②尾鷲地区

評価対象施設	想定災害 (発生危険度が安全水準以上となる 災害事象)		発生件数 [件/年]	おおよその 発生間隔
危険物タンク	第1段階	小量流出火災	$1.9 \times 10^{-4}$	5,300年
		中量流出火災	$6.4 \times 10^{-5}$	16,000年
		リム火災	$6.6 \times 10^{-5}$	15,000年
	第2段階	仕切堤内流出火災	$2.5 \times 10^{-6}$	400,000年
		リング火災	$7.3 \times 10^{-6}$	140,000年
高圧ガス貯槽 (可燃性ガス)	第1段階	小量流出爆発・火災	$4.0 \times 10^{-5}$	25,000年
	第2段階	長時間流出爆発・火災	$2.0 \times 10^{-6}$	500,000年
高圧ガス貯槽 (毒性ガス)	第2段階	小量流出毒性拡散	$4.0 \times 10^{-6}$	250,000年
		大量流出毒性拡散	$4.0 \times 10^{-6}$	250,000年

## 5. 地震動及び液状化による災害の評価

3つの想定地震を対象に、「三重県地震被害想定調査（三重県、H25）」の地震動・液状化の予測結果及び既存の地震被災事例を参考にして初期事象の発生確率を設定し、災害事象の発生危険度を計算しました。想定した災害事象は、表 10-1 のとおりです。

表 5-1 各地区の最大計測震度

地区	地震動		
	L 1 地震	L 2 地震	活断層型地震
四日市第一地区	6.05	6.75	6.72
四日市第二地区	5.87	6.56	6.51
四日市第三地区	6.01	6.79	6.87
尾鷲	6.20	6.84	4.39

### (1) L 1 地震 ・ ・ ・ 表 5-2

#### ①四日市臨海地区

- ・震度は最大で6強になると予想され、高圧ガス貯槽からの少量流出爆発・火災や毒性ガスの少量流出毒性拡散、毒劇物液体タンクからの少量流出毒性拡散（流出した液体の蒸発による毒性ガスの拡散。以下同じ。）、製造プラントからの毒性ガスの少量流出毒性拡散流出拡散が、それぞれ、0.13～0.35 件（L 1 地震が 3～8 回発生した場合に 1 件発生することに相当。）と高く見込まれます。

#### ②尾鷲地区

- ・震度は最大で6強になると予想されますが、想定災害の発生件数は  $4.0 \times 10^{-4} \sim 3.9 \times 10^{-2}$  件と、L 1 地震が数十回から数千回発生して 1 件発生する程度となっています。
- ・高圧ガス貯槽からの毒性ガス流出拡散や危険物タンクからの油流出火災の発生件数が相対的に高くなっています。

### (2) L 2 地震 ・ ・ ・ 表 5-3

#### ①四日市臨海地区

- ・震度は最大で7になると予想され、高圧ガス貯槽からの可燃性ガス流出爆発・火災、毒性ガス流出拡散、毒劇物液体タンクからの流出拡散、製造プラントからの可燃性ガス流出爆発や毒性ガス流出拡散が、いずれも流出量は少量ですが、それぞれ 1.2～3.5 件と L 1 地震発生時に比べ 10 倍程度高く見込まれます。
- ・上記の他、例えば、危険物タンクからの少量流出火災が 0.76 件（L 2 地震が 1～2 回発生した場合に 1 件発生）と高く見込まれます。

#### ②尾鷲地区

- ・震度は最大で7になると予想され、高圧ガス貯槽からの毒性ガス少量流出拡散が 0.21 件（L 2 地震 5 回で 1 件発生）、危険物タンクからの少量流出火災が 0.095 件（同 11

回で1件発生)と高く見込まれます。

- ・他の災害については、発生件数の値は小さく、L2地震が数十回から数千回発生して1件発生する程度となっています。

### **(3) 活断層型地震 ……表 5-4**

#### **①四日市臨海地区**

- ・予測された地震動の大きさは、L2地震とほぼ同じであるため、想定災害及び発生件数もほぼ同様となっています。

#### **②尾鷲地区**

- ・想定震度は4程度であり、本地震による影響はほとんどないと考えられるため、評価していません。

表 5-2 主な災害事象の災害発生危険度（L1地震）

①四日市臨海地区

評価対象施設	想定災害 (発生危険度が安全水準以上となる 災害事象)		発生件数 [件/地震]	発生に至る 地震回数 [地震/件]
危険物タンク	第1段階	小量流出火災	$7.6 \times 10^{-2}$	13回
		中量流出火災	$2.1 \times 10^{-2}$	48回
		仕切堤内流出火災	$7.7 \times 10^{-3}$	130回
		防油堤内流出火災	$3.1 \times 10^{-3}$	320回
	第2段階	防油堤外流出火災	$2.6 \times 10^{-4}$	3,800回
高压ガス貯槽 (可燃性ガス)	第1段階	小量流出爆発・火災	$3.0 \times 10^{-1}$	3回
		中量流出爆発・火災	$2.8 \times 10^{-3}$	360回
		大量流出爆発・火災	$3.0 \times 10^{-2}$	33回
	第2段階	長時間流出爆発・火災	$4.8 \times 10^{-4}$	2,100回
		全量流出爆発・火災	$3.1 \times 10^{-4}$	3,200回
高压ガス貯槽 (毒性ガス)	第1段階	小量流出毒性拡散	$3.5 \times 10^{-1}$	3回
		中量流出毒性拡散	$3.2 \times 10^{-3}$	310回
		大量流出毒性拡散	$7.1 \times 10^{-2}$	14回
	第2段階	長時間流出毒性拡散	$3.8 \times 10^{-4}$	2,600回
		全量流出毒性拡散	$7.2 \times 10^{-4}$	1,400回
毒物・劇物液体タンク	第1段階	小量流出毒性拡散	$1.3 \times 10^{-1}$	8回
		中量流出毒性拡散	$1.2 \times 10^{-3}$	830回
		大量流出毒性拡散	$3.3 \times 10^{-2}$	30回
		長時間流出毒性拡散	$3.6 \times 10^{-2}$	28回
	第2段階	全量流出毒性拡散	$3.3 \times 10^{-4}$	3,000回
プラント（危険物または可燃性ガス）	第1段階	小量流出爆発・火災	$9.7 \times 10^{-2}$	10回
		ユニット内全量流出爆発・	$2.2 \times 10^{-2}$	45回
		長時間流出爆発・火災	$1.1 \times 10^{-3}$	910回
	第2段階	大量流出爆発・火災	$1.1 \times 10^{-4}$	9,100回
プラント（毒性ガスまたは毒物・劇物液体）	第1段階	小量流出毒性拡散	$1.2 \times 10^{-1}$	8回
		中量流出毒性拡散	$1.3 \times 10^{-2}$	77回
		大量流出毒性拡散	$1.3 \times 10^{-2}$	77回
		長時間流出毒性拡散	$1.4 \times 10^{-3}$	710回
	第2段階	全量流出毒性拡散	$1.4 \times 10^{-4}$	7,100回

②尾鷲地区

評価対象施設	想定災害 (発生危険度が安全水準以上となる 災害事象)		発生件数 [件/地震]	発生に至る 地震回数 [地震/件]
危険物タンク	第1段階	小量流出火災	$1.8 \times 10^{-2}$	56回
		仕切堤内流出火災	$1.6 \times 10^{-3}$	630回
		防油堤内流出火災	$5.8 \times 10^{-3}$	170回
高压ガス貯槽 (可燃性ガス)	第1段階	小量流出爆発・火災	$7.8 \times 10^{-3}$	130回
	第2段階	大量流出爆発・火災	$7.8 \times 10^{-4}$	1,300回
高压ガス貯槽 (毒性ガス)	第1段階	小量流出毒性拡散	$3.9 \times 10^{-2}$	26回
		大量流出毒性拡散	$7.8 \times 10^{-3}$	130回
	第2段階	長時間流出毒性拡散	$4.0 \times 10^{-4}$	2,500回

0.1件/地震以上  
1件/地震以上

表 5-3 主な災害事象の災害発生危険度（L2地震）

①四日市臨海地区

評価対象施設	想定災害 (発生危険度が安全水準以上となる 災害事象)		発生件数 [件/地震]	発生に至る 地震回数 [地震/件]
危険物タンク	第1段階	小量流出火災	$7.6 \times 10^{-1}$	1回
		中量流出火災	$2.8 \times 10^{-1}$	4回
		仕切堤内流出火災	$8.3 \times 10^{-2}$	12回
		防油堤内流出火災	$4.5 \times 10^{-2}$	22回
		防油堤外流出火災	$4.0 \times 10^{-3}$	250回
高圧ガス貯槽 (可燃性ガス)	第1段階	小量流出爆発・火災	3.1	
		中量流出爆発・火災	$2.9 \times 10^{-2}$	34回
		大量流出爆発・火災	$3.1 \times 10^{-1}$	3回
		長時間流出爆発・火災	$9.2 \times 10^{-3}$	110回
		全量流出爆発・火災	$3.2 \times 10^{-3}$	310回
高圧ガス貯槽 (毒性ガス)	第1段階	小量流出毒性拡散	3.5	
		中量流出毒性拡散	$3.2 \times 10^{-2}$	31回
		大量流出毒性拡散	$7.0 \times 10^{-1}$	1回
		長時間流出毒性拡散	$4.2 \times 10^{-3}$	240回
		全量流出毒性拡散	$7.1 \times 10^{-3}$	140回
毒物・劇物液体タンク	第1段階	小量流出毒性拡散	1.2	
		中量流出毒性拡散	$1.1 \times 10^{-2}$	91回
		大量流出毒性拡散	$3.0 \times 10^{-1}$	3回
		長時間流出毒性拡散	$3.3 \times 10^{-1}$	3回
		全量流出毒性拡散	$3.0 \times 10^{-3}$	330回
プラント（危険物または可燃性ガス）	第1段階	小量流出爆発・火災	1.0	
		ユニット内全量流出爆発・	$2.3 \times 10^{-1}$	4回
		長時間流出爆発・火災	$1.2 \times 10^{-2}$	83回
		大量流出爆発・火災	$1.2 \times 10^{-3}$	830回
プラント（毒性ガスまたは毒物・劇物液体）	第1段階	小量流出毒性拡散	1.2	
		中量流出毒性拡散	$1.3 \times 10^{-1}$	8回
		大量流出毒性拡散	$1.3 \times 10^{-1}$	8回
		長時間流出毒性拡散	$1.3 \times 10^{-2}$	77回
		全量流出毒性拡散	$1.3 \times 10^{-3}$	770回

②尾鷲地区

評価対象施設	想定災害 (発生危険度が安全水準以上となる 災害事象)		発生件数 [件/地震]	発生に至る 地震回数 [地震/件]
危険物タンク	第1段階	小量流出火災	$9.5 \times 10^{-2}$	11回
		仕切堤内流出火災	$8.6 \times 10^{-3}$	120回
		防油堤内流出火災	$3.5 \times 10^{-2}$	29回
	第2段階	防油堤外流出火災	$4.4 \times 10^{-4}$	2,300回
高圧ガス貯槽 (可燃性ガス)	第1段階	小量流出爆発・火災	$4.2 \times 10^{-2}$	24回
		大量流出爆発・火災	$4.2 \times 10^{-3}$	240回
	第2段階	長時間流出爆発・火災	$5.3 \times 10^{-4}$	1,900回
高圧ガス貯槽 (毒性ガス)	第1段階	小量流出毒性拡散	$2.1 \times 10^{-1}$	5回
		大量流出毒性拡散	$4.2 \times 10^{-2}$	24回
	第2段階	長時間流出毒性拡散	$2.7 \times 10^{-3}$	370回
		全量流出毒性拡散	$4.2 \times 10^{-4}$	2,400回

0.1件/地震以上  
1件/地震以上



表 5-4 主な災害事象の災害発生危険度（活断層型地震）

①四日市地区

評価対象施設	想定災害 (発生危険度が安全水準以上となる 災害事象)	発生件数 [件/地震]	発生に至る 地震回数 [地震/件]	
危険物タンク	第1段階	少量流出火災	$7.1 \times 10^{-1}$	1回
		中量流出火災	$2.7 \times 10^{-1}$	4回
		仕切堤内流出火災	$7.7 \times 10^{-2}$	13回
		防油堤内流出火災	$4.2 \times 10^{-2}$	24回
		防油堤外流出火災	$3.7 \times 10^{-3}$	270回
高圧ガス貯槽 (可燃性ガス)	第1段階	少量流出爆発・火災	3.1	
		中量流出爆発・火災	$2.9 \times 10^{-2}$	34回
		大量流出爆発・火災	$3.1 \times 10^{-1}$	3回
		長時間流出爆発・火災	$9.7 \times 10^{-3}$	100回
		全量流出爆発・火災	$3.2 \times 10^{-3}$	310回
高圧ガス貯槽 (毒性ガス)	第1段階	少量流出毒性拡散	3.4	
		中量流出毒性拡散	$3.1 \times 10^{-2}$	32回
		大量流出毒性拡散	$6.9 \times 10^{-1}$	1回
		長時間流出毒性拡散	$4.2 \times 10^{-3}$	240回
		全量流出毒性拡散	$7.0 \times 10^{-3}$	140回
毒物・劇物液体タンク	第1段階	少量流出毒性拡散	1.1	
		中量流出毒性拡散	$1.0 \times 10^{-2}$	100回
		大量流出毒性拡散	$2.8 \times 10^{-1}$	4回
		長時間流出毒性拡散	$3.1 \times 10^{-1}$	3回
		全量流出毒性拡散	$2.9 \times 10^{-3}$	350回
プラント（危険物または可燃性ガス）	第1段階	少量流出爆発・火災	1.0	
		ユニット内全量流出爆発・	$2.3 \times 10^{-1}$	4回
		長時間流出爆発・火災	$1.1 \times 10^{-2}$	91回
		大量流出爆発・火災	$1.1 \times 10^{-3}$	910回
プラント（毒性ガスまたは毒物・劇物液体）	第1段階	少量流出毒性拡散	1.1	
		中量流出毒性拡散	$1.3 \times 10^{-1}$	8回
		大量流出毒性拡散	$1.3 \times 10^{-1}$	8回
		長時間流出毒性拡散	$1.3 \times 10^{-2}$	77回
		全量流出毒性拡散	$1.3 \times 10^{-3}$	770回

	0.1件/地震以上
	1件/地震以上

②尾鷲地区

影響はほとんどないため、評価していません。

## 6. 長周期地震動による災害に係る評価

本調査では、「平成 24 年度南海トラフの巨大地震等を想定した三重県地震被害想定調査」において行う長周期地震動の計算結果をもとに、地震動（長周期）による被害を対象とした評価を行う予定でした。

しかし、長周期地震動の計算の前提となる震源モデルが国から示されず、「平成 24 年度南海トラフの巨大地震等を想定した三重県地震被害想定調査」において長周期地震動の計算を行うことができなかったため、本調査においても地震動（長周期）による被害を対象とした評価を行うことはできませんでした。

## 7. 津波による施設被害を対象とした評価

津波については、その波力による危険物タンクの移動（浮き上がり及び滑動）が懸念されるため、タンク本体に滑動等が発生するおそれを消防庁の被害予測ツールを使用して評価しました。

### (1) L1地震に伴う津波

#### ■四日市臨海地区

- ・90基のタンクが浸水し、10基が移動する可能性があります、これら10基はいずれも平時の貯蔵率が0%のタンクです。

#### ■尾鷲地区

- ・14基のタンクが浸水し、8基が移動する可能性があります、これら8基はいずれも平時の貯蔵率が0%のタンクです。

### (2) L2地震に伴う津波

#### ■四日市臨海地区

- ・150基のタンクが浸水し、15基が移動する可能性があります、これら15基はいずれも平時の貯蔵率が0%のタンクです。

#### ■尾鷲地区

- ・17基のタンクが浸水し、10基が移動する可能性があります、これら10基のうち、容量5,000kℓ以上の2基を除き他は全て平時の貯蔵率が0%のタンクです。

表 7-1 主な災害事象の影響度の評価結果一覧

		タンク容量	浸水するタンク数	浸水時におけるタンク底板から水面までの深さ (m)	滑動等が発生する可能性があるタンク数
四日市 臨海地区	L1地震	500～5,000kℓ	63	0.02～2.96	10
		5,000kℓ以上	27	0.03～0.69	0
	L2地震	500～5,000kℓ	106	0.01～3.44	15
		5,000kℓ以上	44	0.04～1.15	0
尾鷲地区	L1地震	500～5,000kℓ	3	2.03～2.56	2
		5,000kℓ以上	11	1.70～3.8	6
	L2地震	500～5,000kℓ	3	4.70～5.06	2
		5,000kℓ以上	14	2.40～5.45	8

## 8. 大規模災害の評価

石油コンビナートにおいては、発生頻度が低くても、事業所外へ大規模な影響が及ぶ災害が発生する可能性があります。このため、消防庁の「石油コンビナートの防災アセスメント指針（平成 25 年 3 月改訂）」で指摘のある災害シナリオ等を対象として、過去の関連事例を調べて整理しました。

表 8-1 過去の関連事例

災害シナリオ	西暦、場所	事例の概要
危険物タンクの防油堤から海上への流出事例	1974 年、瀬戸内海	瀬戸内海に面した製油所で、ドームルーフタンクの溶接部に割れが発生し、タンクの直立階段の転倒で防油堤が破壊し、流出した重油が排水溝を経て瀬戸内海へ拡散した。海上でのオイルフェンスの展張作業も難航し、重油の流出量は 42,888 キロリットルにも及んだ。
	1978 年、宮城県沖	宮城県沖地震で、3 基の重油タンク（20,000～30,000kL）の側板と底板の接合部付近が破断し、陸上での拡大は流出油等防止堤で防止できたが、一方では排水溝を通してガードベースン（容量 6,000kL）に流出した。直ちに港湾に通ずる排水口の緊急遮断ゲートの閉鎖を行ったが、ヘドロが堆積していたため完全に閉鎖できず、土のうやダンプによる土砂の搬入等により封鎖を完了するまでに数千 kL が海上に流出した。
危険物タンクの防油堤火災からの延焼拡大	1923 年、神奈川県	関東大震災では、横須賀軍港箱崎山の山腹造成地にあった総貯蔵量約 10 万 t の重油タンク群が壊滅的な打撃を受けた、と報告されている。このうち、容量 6,000 t の満液タンクでは屋根板を突き破って、油が間欠的に溢流したといわれ、その際、発火・炎上・爆発に至った、との報告がある。
危険物タンクの地震・津波からの延焼拡大	1964 年新潟県	新潟地震によって、石油精製所内の 5 基の原油タンクでスロッシングが原因で火災が発生し、原油タンクならびにタンクヤードは一面の炎に包まれた。 一方、1000kL タンクの配管が側板から折損して、ガソリンが約 2m の高さまで噴出し、防油堤破損箇所から流出した。その他、満液に近いタンクでは屋根の破損箇所から油が流出した。液状化のため噴出した水に加え、津波による 50cm 程度の浸水があり、タンク本体及び配管からの流出油は浮遊し拡散した。
	2011 年宮城県	東日本大震災では、JX 日鉱日石仙台製油所において、津波後に火災が発生し、屋外タンク貯蔵所等が焼損した。その他にも、複数の特定事業所の屋外タンク貯蔵所付属配管等が破損し、石油が流出する事故が発生した。
高圧ガス貯槽（可燃性ガスタンク）の災害	1984 年メキシコ	メキシコ国サン・ファン・イスアテバク地区の LP ガス供給基地で、漏洩ガスに引火、爆発が発生した。 この災害は、7 回の爆発を繰り返し、球型タンク 2 基、横置型タンク 49 基及び出荷用トラック上の容器類が炎上した。この事故による死者は、周辺住民を含めて 324 名、負傷者は 2,000 名以上となった。
	2011 年千葉県	東日本大震災における千葉県での LPG タンク爆発火災は、満水のタンクの倒壊に端を発し、これにより LPG 配管が破損して火災となり、BLEVE により次々と隣接タンクが爆発して大規模火災に至ったものである。

## 9. 防災計画の見直しに向けた検討

四日市臨海地区と尾鷲地区で共通する基本となる防災対策を検討した上で、地区別に防災対策の検討を行いました。

### (1) 四日市臨海地区

- ・四日市地区には、多様な施設が存在し、また安全水準を超える災害事象も多いことから、基本となる防災対策を総合的に実施することが求められます。
- ・特に、危険物タンクの「仕切堤火災」「防油堤火災」、高圧ガス貯槽の「中量流出爆発・火災」、毒性ガス貯槽の「小量流出毒性拡散」「中量流出毒性拡散」、毒物・劇物液体タンクの「全量流出毒性拡散」が発生した場合にコンビナート区域外に影響を及ぼす可能性が高く、発生危険度及び影響範囲ともに危険性が高いため、「予防対策」の充実は勿論のこと、「早期検知」、「拡大防止」等に係る対策の充実を図ることが重要です。
- ・パイプラインが敷地外にある場所では、地域住民や河川・海への影響等が拡大しないように、予防対策の充実は勿論のこと、「早期検知」、「拡大防止」等に係る対策の充実を図ることが重要です。
- ・四日市地区は住宅地が近接しているため、平常時及び地震時における「周辺住民に対する広報活動」も引き続き充実を図ることが重要です。
- ・スロッシング等による流出や火災の同時多発事故に対応できるように、「同時多発災害への対応方策」や「大規模災害対策」に係る対策の充実を図ることも重要です。

### (2) 尾鷲地区

- ・尾鷲地区には、特に危険物タンクが多く配置されているが、その他の施設も配置されており、また安全水準を超える災害事象も多いことから、基本となる防災対策を総合的に実施することが求められます。
- ・特に、危険物タンクの「タンク火災（全面火災）」「流出火災（小量中量）」「仕切堤火災」「防油堤火災」、毒性ガス貯槽の「小量流出毒性拡散」「中量流出毒性拡散」が発生した場合にコンビナート区域外に影響を及ぼす可能性が高く、発生危険度及び影響範囲ともに危険性が高いため、「予防対策」の充実は勿論のこと、「早期検知」、「拡大防止」等に係る対策の充実を図ることが重要です。
- ・パイプラインが敷地外にある場所では、地域住民や河川・海への影響等が拡大しないように、予防対策の充実は勿論のこと、「早期検知」、「拡大防止」等に係る対策の充実を図ることが重要です。
- ・津波が堤防を越流する場合や堤防等が被害を受ける場合には、コンビナート地区が浸水し漂流物により貯蔵施設等の被害が発生する可能性があります。また、海上のパイプラインや係留中の船舶が津波により被害を受ける可能性もあります。このため、堤防等の施設の高さや耐震性の確保に努めるとともに、浸水時に施設に漂流物が接触しない対策の充実を図ることが重要です。また、海上のパイプラインの強度向上や船舶の安全確保に関する対策の充実を図ることも重要です。

## 10. 資料編

表 10-1 石油コンビナート災害の様相

### 危険物タンク

災害事象	災害の様相
タンク小火災	タンク屋根の破損等により火災が発生し、消火設備により短時間で消火され大規模な火災には至らない。(固定屋根式タンク)
リム火災	浮き屋根シール部から漏洩し着火、消火設備により消火され、リング火災には至らない。(浮き屋根式タンク)
リング火災	浮き屋根シール部から漏洩、泡消火設備による消火に失敗し、シール部全体でリング状に炎上する。(浮き屋根式タンク)
少量流出火災	配管から漏洩し、緊急遮断設備により短時間で漏洩停止後に着火し、タンク周辺で火災となる。
中量流出火災	配管や本体から流出、緊急遮断設備が作動せず(または設置されておらず)、バルブ手動閉止により漏洩停止後、着火し、タンク周辺で火災となる。
仕切堤内流出火災	配管や本体からの流出を停止することができず、緊急移送により仕切堤内で止まり、着火、仕切堤内で火災となる。
防油堤内流出火災	仕切堤外に流出し防油堤で止まり、着火、防油堤内で火災となる。(仕切堤が無い場合含む)
防油堤外流出火災	防油堤外にまで流出して、広範囲で火災となる。

### 高圧ガスタンク及びプラント(可燃性物質)

災害事象	災害の様相
少量流出爆発/火災	配管や装置の小破により漏洩、緊急遮断/緊急停止により短時間で漏洩停止後、着火し、爆発又は火災が発生する。
中量流出爆発/火災	緊急遮断に失敗、手動閉止により漏洩停止後着火、爆発又は火災が発生する。
大量流出爆発/火災	配管、装置の大破により流出、緊急遮断停止に失敗し大量流出、着火し、爆発又は火災が発生する。
長時間流出爆発/火災	バルブ閉止の失敗、タンク本体や装置の小破により長時間にわたって流出が継続、着火し、爆発又は火災となる
全量流出爆発/火災	配管、タンク本体、装置の大破により全量が流出、着火し、爆発又は火災となる。

### 高圧ガスタンク及びプラント(毒性ガス)、毒劇物液体タンク

災害事象	災害の様相
少量流出毒性拡散	配管や装置の小破により漏洩、緊急遮断、緊急停止により短時間で停止する。
中量流出毒性拡散	配管の小破により漏洩、緊急遮断に失敗、バルブ手動閉止により漏洩が暫く継続してから停止する。
大量流出毒性拡散	配管、装置の大破により大量に流出、緊急遮断により停止する。
長時間流出毒性拡散	配管、装置又はタンク本体の小破により漏洩、停止できず長時間にわたって漏洩が継続する。
全量流出毒性拡散	配管、装置の大破により大量に流出、緊急遮断に失敗、短時間に全量が流出する。

### パイプライン

災害事象	災害の様相
少量漏洩火災	埋設導配管のどこかで漏洩が発生し、緊急遮断設備により送出側又は受入側が遮断される。管内の残留液やガスが地上に流出、火災又は爆発が発生
中量漏洩火災	緊急遮断設備が正常に機能せず、手動により送出側又は受入側が遮断され、管内の残留液やガスが地上に流出、火災又は爆発が発生する。
大量漏洩火災	送出を停止することができず、大量に漏洩し、火災又は爆発が発生する。

表 10-2 用語集

用語	説明
イベントツリー解析	爆発や火災などといった最終事象を途中で阻止する条件を明らかにすることを目的として、事象に則して事故の進展要因または阻止要因と結果の関係を解析する方法です。具体的には、初期事象から始まり、各進展キーを質問と考えて、それに対して「成功または失敗」、「YES または NO」という形で答えてシナリオを2つに分岐させていき、進展のプロセスを順に辿って爆発等の最終事象を導いていきます。また、初期事象や分岐事象に確率を与えることにより、最終事象の発生確率を定量的に計算することも可能です。
固定屋根式タンク	タンクの屋根と側板が固定され一体となっている屋外貯蔵タンクのこと。揮発損失が比較的少ない重油、灯油、軽油等の貯蔵に多く用いられています。
浮屋根式タンク	タンクの屋根部分が貯蔵物質の上部に隙間なく浮くような形で位置し、貯蔵物質の受入・払出時に上下に移動できる構造の屋外貯蔵タンクのこと。側板と浮屋根とはシール部により密閉されています。原油やガソリン等の揮発損失を考慮する必要がある石油類の貯蔵に多く用いられています。
KW値	高圧ガス保安法コンビナート等保安規則に記載されている可燃性ガスの爆発による爆風圧の影響範囲の算出式に代入する数値のこと。Wは貯蔵設備（液化ガス、圧縮ガス）の場合は貯蔵能力に関する数値、処理設備の場合は処理設備内にあるガスの質量の数値となっています。Kはガスの種類及び常用の温度の区分に応じて決められている数値で、両者の積をKW値と呼んでいます。
防油堤・仕切堤	危険物が屋外貯蔵タンクから漏れた場合に、その流出を防止するためタンク周囲に設ける壁のことで、危険物法令により設置が義務づけられています。防油堤内に設置する屋外タンクは10基以下で、防油堤容量は最大タンク容量の110%以上が必要です。また、仕切堤は容量が1万kl以上の屋外タンク毎の周囲に設ける壁を意味します。
防液堤	可燃性ガス、毒性ガスまたは酸素の液化ガスの貯槽の周囲に設ける壁のことで液状の当該ガスが漏洩した場合にその流出を防止します。施設の貯蔵能力により一般高圧ガス保安規則、液化石油ガス保安規則、コンビナート等保安規則、冷凍保安規則で設置が義務づけられています。
PL 値	液状化指数とも言います。PL 値はある地点の液状化の可能性を総合的に判断しようとするものであり、各土層の液状化強度（せん断応力に対する強度）を深さ方向に重みをつけて足しあわせた値となります。
スロッシング	地震波とタンク内の液体が共振して液面が大きく揺れる現象であり、タンクのスロッシング固有周期とほぼ同じ周期の地震動が入力されることにより発生します。スロッシングによる被害としては、浮屋根の損傷、液体の溢流、浮屋根での火災の危険性が挙げられます。

**三重県石油コンビナート防災アセスメント報告書  
(概要版)**

平成 26 年 3 月発行

三重県防災対策部 消防・保安課

〒514-8570 津市広明町 13 番地  
電話： 059-224-2183