

第3章

地震（短周期地震動）による被害を対象とした評価

第3章 地震（短周期地震動）による被害を対象とした評価

3.1 災害拡大シナリオの想定

強震動による施設被害を対象とした場合、初期事象の発生原因は平常時とは異なるが、事象の種類や発生後の拡大プロセス（事象分岐）は平常時と同様と考えられることから、地震時においても平常時の災害拡大シナリオ（イベントツリー）を適用する。

ただし、地震時において、危険物タンクの屋根での火災及び浮き屋根の損傷・沈降は、主としてスロッシングによる被害と考えられるため、第4章で評価することとし、ここでは除外する。

3.2 災害の発生危険度の推定（地区全体の災害危険性）

3.2.1 前提となる地震の想定

千葉県では平成 26～27 年度に地震被害想定調査を実施し、千葉県に大きな影響を与える地震として、以下の対象地震について検討を行っている。

表 3.2.1 千葉県地震被害想定調査の対象地震

地震名	説明	備考
千葉県北西部直下地震 (Mw7.3)	M7クラス首都直下地震を想定し、震源位置は影響の大きい千葉県内の都市部(船橋市～千葉市付近)直下としたもの。	地震被害想定の対象地震
大正型関東地震 (Mw7.9)	大正関東地震(1923)クラスを想定したもの。 このタイプの地震の発生間隔は 180～590 年とされ、近い将来の危険性が高い地震ではないが、中長期的な対策が必要な地震とされる。	長周期地震動予測の対象地震 ※地震被害想定の対象ではない
防災対策用地震 (M7 クラス)	M7クラス首都直下地震は震源断層が特定されていないことを踏まえ、どこでも起こり得る地震として、プレート内と地殻内で M7 クラスの地震を想定したもの。 ・フィリピン海プレート内に一律に Mw7.3 の地震を想定 ・地殻内に一律に Mw6.8 の地震を想定	各地にどの程度の揺れが生じる可能性があるかを示し、防災対策に資することを目的としたもの
房総半島東方沖日本海溝沿い地震 (Mw8.2)	津波発生のみを考慮する地震として、延宝房総地震の震源域のうち 2011 年東北地方太平洋沖地震で破壊しなかった領域を対象としたもの。	津波被害想定の対象地震

注) 液状化危険度については、千葉県北西部直下地震、大正型関東地震の他、「液状化しやすさマップ」として、全県で一律の震度(5弱、5強、6弱、6強)の揺れが発生した場合の液状化危険度が評価されている。なお、「液状化しやすさマップ」では、地震の継続時間について「通常地震」と「長継続地震」の2種類を想定している(資料4)。

防災アセスメントにおける想定地震・津波について、消防庁指針では地域防災計画において想定される地震・津波の中で、石油コンビナートに最大の影響を及ぼす地震・津波を想定することを原則としている。

本調査では、地震被害想定調査（平成 26～27 年度）の成果が今後の地域防災計画に反映されることを踏まえ、消防庁指針に示された考え方にに基づき、地震被害想定の対象地震である千葉県北西部直下地震を想定して、地区全体の災害危険性を評価する。

図 3.2.1 に千葉県北西部直下地震の震源位置および破壊開始点を、図 3.2.2～3.2.3 に震度分布及び液状化危険度を示す。

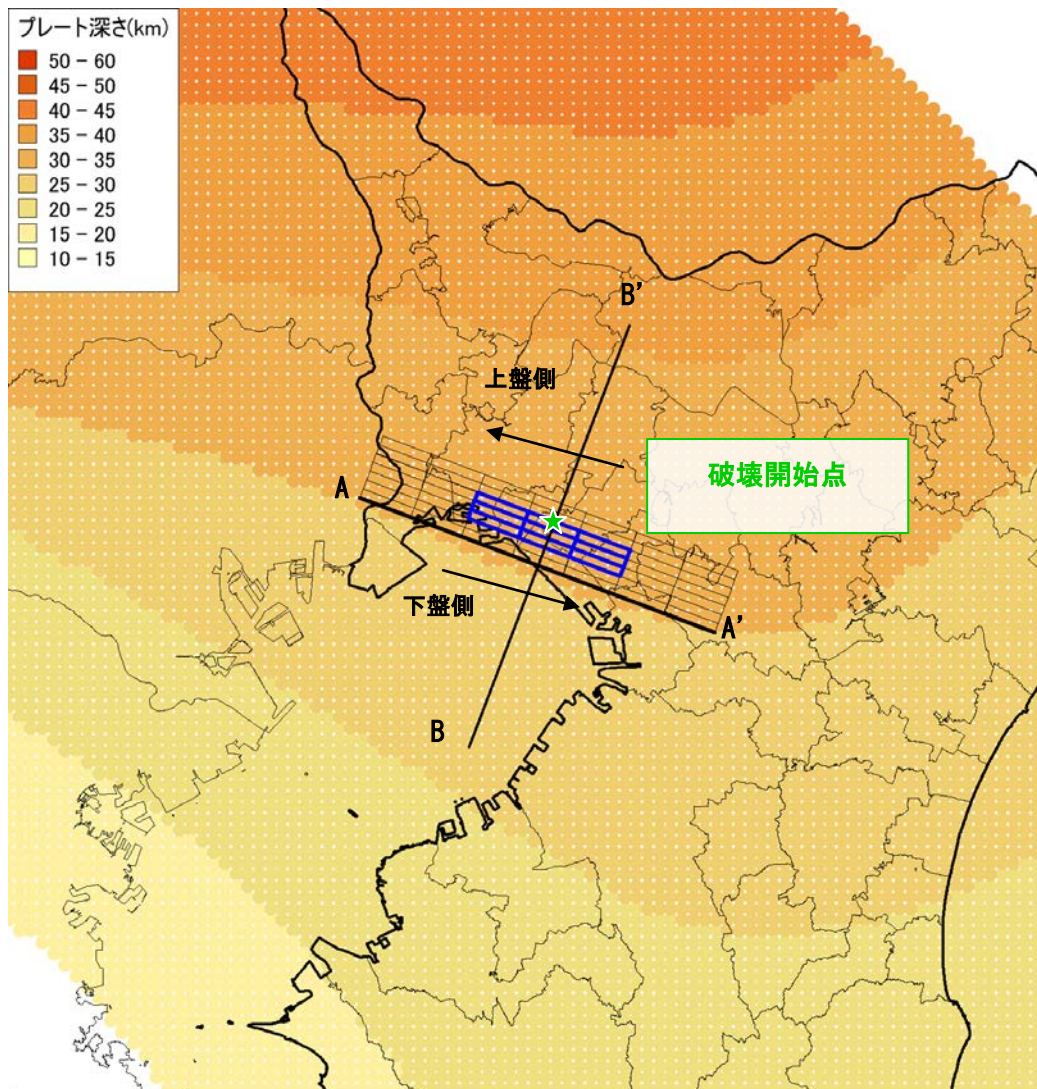


図 3.2.1 千葉県北西部直下地震の震源位置および破壊開始点ⁱ
 (フィリピン海プレートの深さは内閣府 (2013) による)
 ー背景領域 —SMGA

ⁱ 千葉県：千葉県地震被害想定調査（平成 26～27 年度），2015

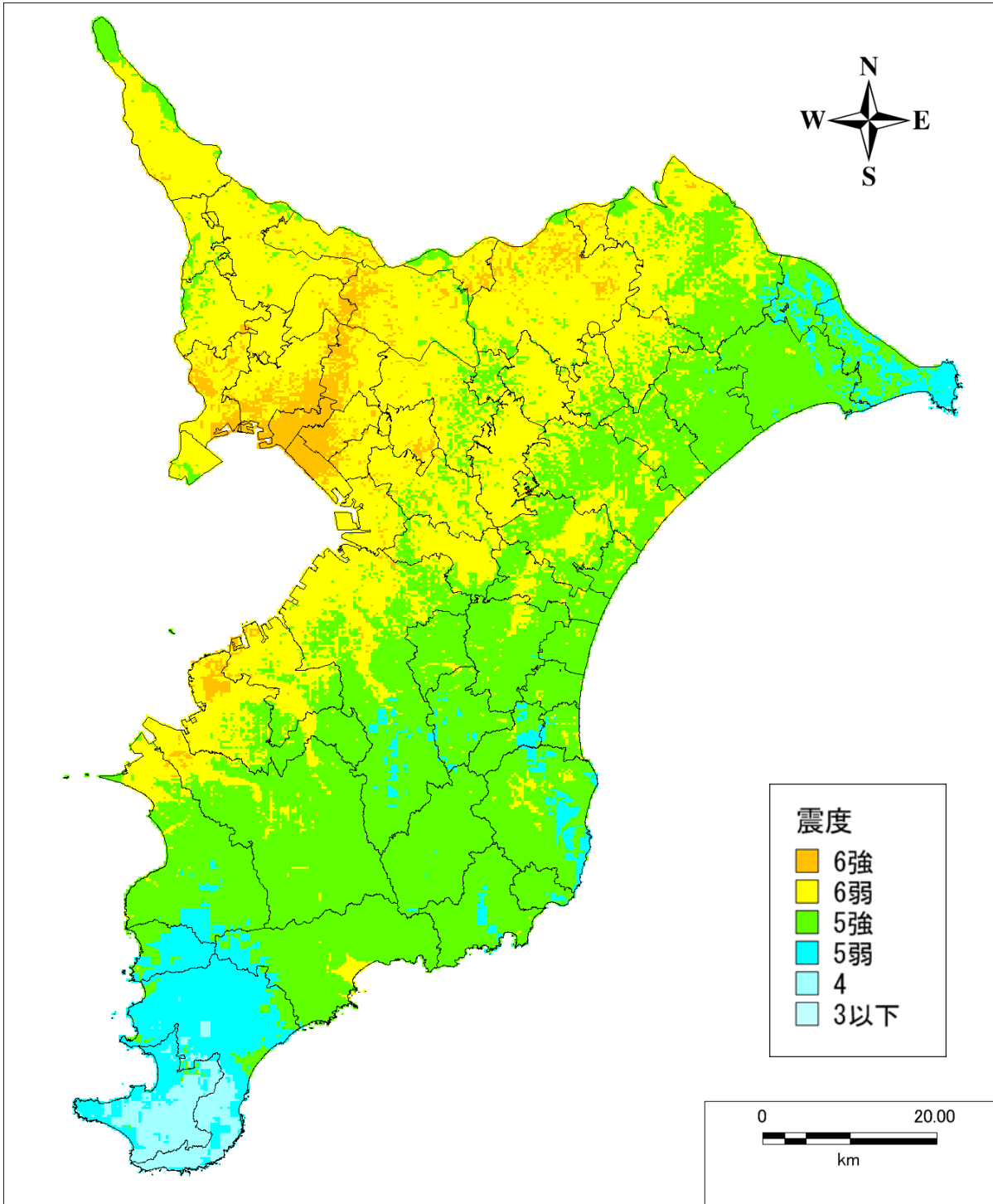


図 3.2.2 千葉県北西部直下地震の地表震度分布ⁱ

ⁱ 千葉県：千葉県地震被害想定調査（平成 26～27 年度），2015

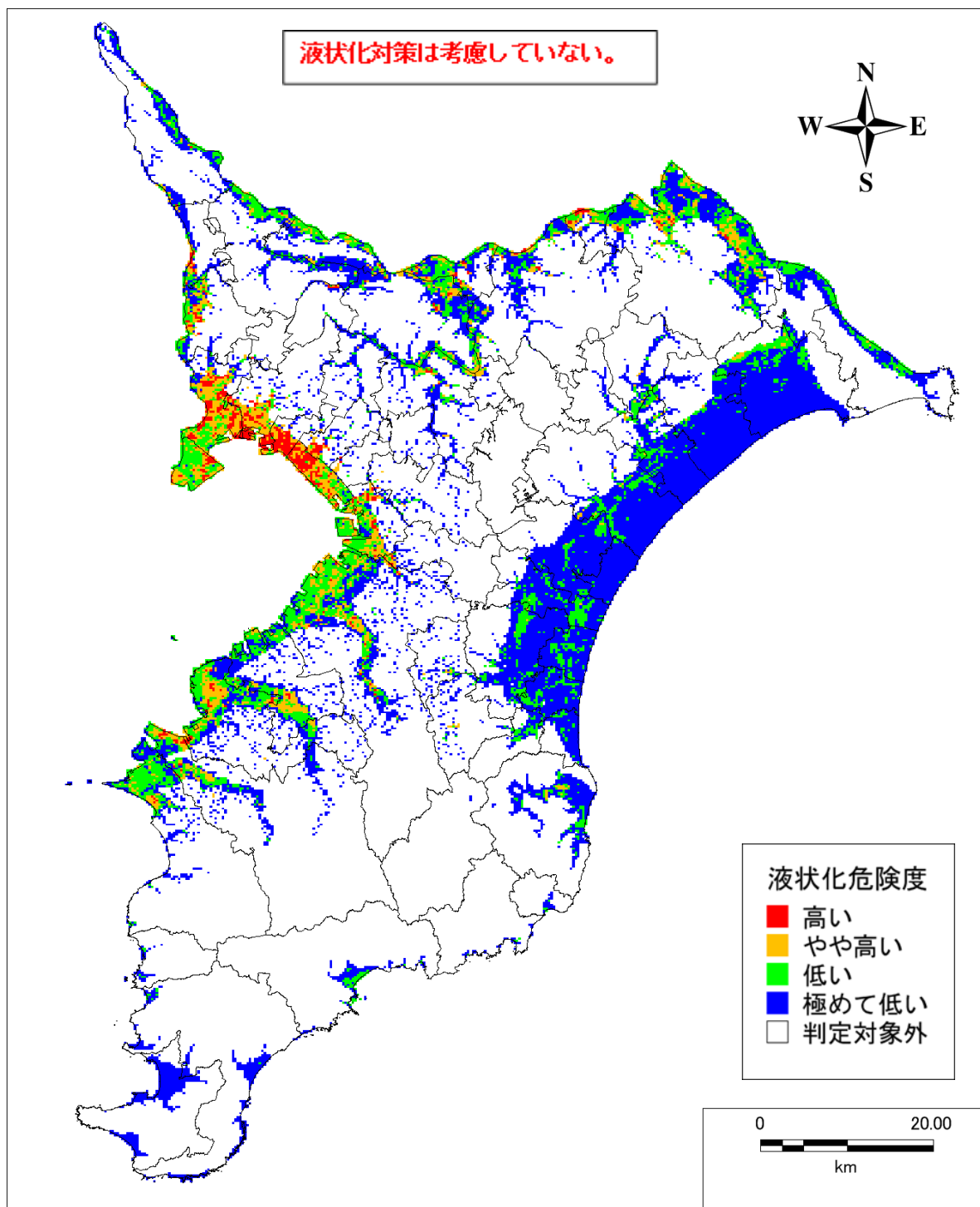


図 3.2.3 千葉県北西部直下地震の液状化危険度分布ⁱ

以降では、千葉県北西部直下地震による地震動・液状化危険度を想定し、コンビナート地区全体の災害発生危険度の推定を行う。

地震時の災害発生危険度は、イベントツリーをもとに平常時と同様の手順で行う。ただし、平常時においては、災害発生危険度を1年あたりの災害の発生頻度(1/年)として表したが、地震時に

ⁱ 千葉県：千葉県地震被害想定調査（平成 26～27 年度），2015

においては地震が起こったときの災害の発生確率として評価する。例えば 10^{-3} という値は、平常時は 1 施設について 1000 年に 1 度発生するという意味合いを持つが、地震時は 1000 基のうち 1 基で被害が発生するという意味合いになり、両者を単純に比較することはできない。

このようにして算定された各災害事象の発生確率を、平常時と同様に次のようにランク付けすることにより発生危険度とする。また、地区全体の災害の起こりやすさは、個々の施設の災害発生確率を足し合わせるにより得られる。

- 危険度 A : 10^{-2} 程度以上 (5×10^{-3} 以上)
- 危険度 B : 10^{-3} 程度 (5×10^{-4} 以上 5×10^{-3} 未満)
- 危険度 C : 10^{-4} 程度 (5×10^{-5} 以上 5×10^{-4} 未満)
- 危険度 D : 10^{-5} 程度 (5×10^{-6} 以上 5×10^{-5} 未満)
- 危険度 E : 10^{-6} 程度以下 (5×10^{-6} 未満)

3.2.2 災害の発生危険度の推定

3.2.2.1 危険物タンクの災害発生危険度

(1) 地震による被害率の推定

地震による一般建物の被害率に関しては、阪神・淡路大震災等の過去の地震での被害データに基づいた種々のフラジリティ関数が提案されている。コンビナートの施設に関しては被害データが少ないこともあって、このような研究成果はほとんど報告されていないが、危険物タンクについては、消防研究所（現消防庁消防大学校消防研究センター）による神戸市内 236 基のタンクを対象とした座屈強度調査が行われておりⁱ、消防庁指針ⁱⁱにはこれに基づくフラジリティ関数（累積対数正規分布）が示されている（図 3.2.4 の実線）。

消防庁指針のフラジリティ関数は、平成 7 年時点での神戸市内の危険物タンクデータに基づき、消防法に定めるタンク技術基準毎に作成された。当時、旧法タンクの多くが旧基準であり、準特定タンクの技術基準は制定されていなかったことから、新法、旧法（旧基準）、準特定（旧基準）の 3 種類となっているが、現在では旧法（旧基準）のタンクはすべて新基準に適合し、準特定（旧基準）タンクの一部が新基準に適合している（図 3.2.4 の注 1～3 参照）。

また、村上（2010）ⁱⁱⁱは、旧法（新基準）タンク 213 基を含む 275 基の危険物タンク（すべて特定タンク）のデータを収集し、新たにフラジリティ関数を作成している。本調査では、旧法（新基準）タンクのフラジリティ関数については、村上（2010）によるもの（図 3.2.4 の点線）を適用する。なお、準特定（新基準）タンクについてのフラジリティ関数は得られていないが、タンク技術基準から旧法（新基準）タンクと同等と考えられるため、準特定（新基準）タンクについても旧法（新基準）タンクのフラジリティ関数を適用する。

ⁱ 阪神・淡路大震災における石油タンクの座屈強度に関する調査研究報告書，消防研究所，平成 8 年

ⁱⁱ 石油コンビナートの防災アセスメント指針，消防庁，平成 25 年

ⁱⁱⁱ 村上可尚：石油コンビナートアセスメントのための経年劣化を考慮した座屈被害関数の構築，横浜国立大学環境情報学府 修士論文，2010

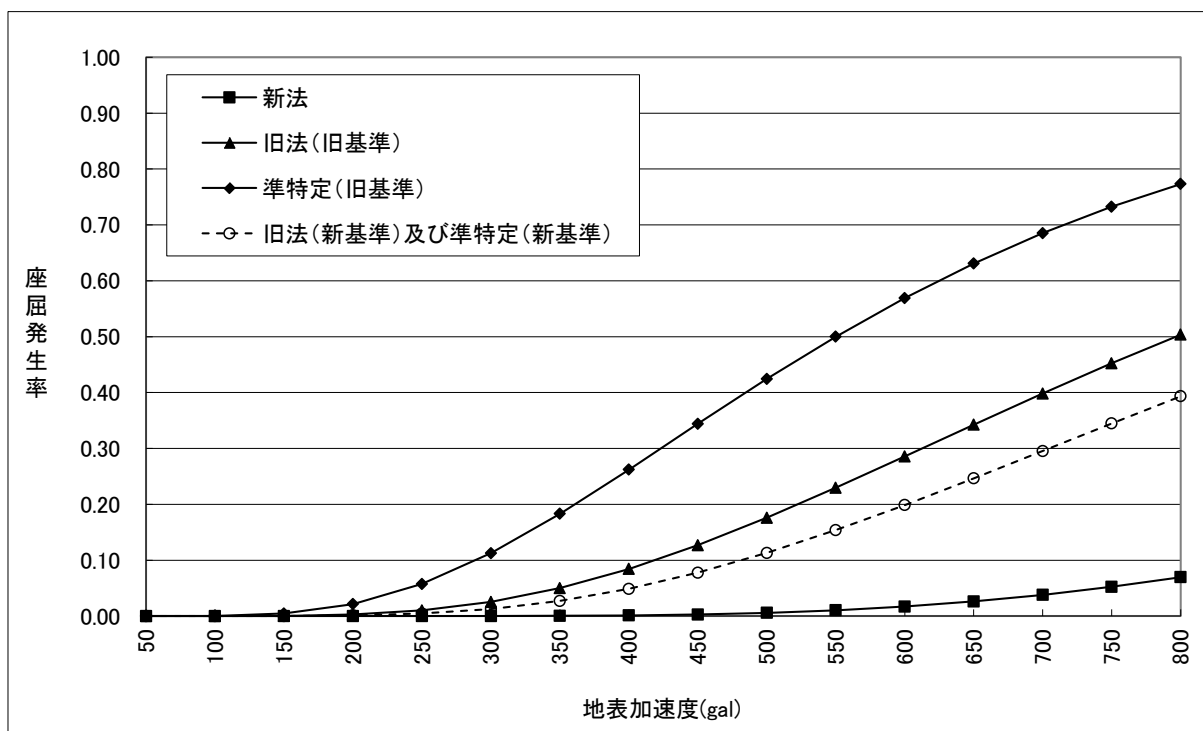


図 3.2.4 危険物タンクの側板座屈に関するフラジリティ関数（満液時）

- 注 1) 容量 1,000kl 以上のタンクを特定タンクといい、500kl 以上 1,000kl 未満のタンクを準特定タンクという。
 注 2) 昭和 52 年改正の危険物の規制に関する政令施行後に設置許可申請された特定タンクを新法タンク、それ以前に設置許可申請された特定タンクを旧法タンクという。旧法タンクについては平成 6 年に基準が強化されているが、これに適合するものを旧法(新基準)、適合しないものを旧法(旧基準)と呼ぶ。準特定タンクは平成 11 年に技術基準が制定され、これに適合するものを準特定(新基準)、適合しないものを準特定(旧基準)と呼ぶ。
 注 3) 旧法(旧基準)タンクについては平成 25 年 12 月 31 日、準特定(旧基準)タンクについては平成 29 年 3 月 31 日までの新基準への適合期限が設けられている。現在では、旧法タンクはすべて新基準に適合している。
 注 4) 消防法では、特定屋外タンク貯蔵所の設計水平震度は次式のように定められている。

$$Kh1 = 0.15 v_1 v_2 v_3$$

v_1 : 地域別補正係数 (0.7、0.85、1)

v_2 : 地盤別補正係数 (1.5、1.67、1.83、2)

v_3 : タンクの固有周期を考慮した応答倍率 (1~2.2)

地域別補正係数 (v_1) は全国 3 つの地域に区分されており、 $v_1=1$ の地域に所在するタンクは、 $v_1=0.85$ や 0.7 の地域のものよりも平均的に強度が高いと推測される。消防庁指針のフラジリティは、神戸のタンクデータに基づき作成されたものであるが、神戸や千葉県内のコンビナート（京葉臨海北部、中部、南部地区）は $v_1=1$ の地域に該当する。一方、村上（2010）のデータは全国から収集されたものであり、 $v_1=1$ 以外の地域のタンクも含むため、座屈発生率はやや高く評価されている可能性がある。

(2) 初期事象の発生確率

イベントツリーの初期事象として挙げられた配管の小破流出、タンク本体の小破流出、配管の大破流出、タンク本体の大破流出の発生確率を、タンク技術基準をもとに表 3.2.2 のように設定する。

表 3.2.2 危険物タンクの初期事象の発生確率

IE1	配管の小破による流出	○準特定・新基準 ○準特定・旧基準	$0.1 \cdot \Phi_4(A) \cdot CI(PL)$
		○新法 ○旧法・新基準	$0.1 \cdot \Phi_3(A) \cdot CI(PL)$
IE2	タンク本体の小破による流出	○準特定・旧基準	$0.1 \cdot \Phi_4(A)$
		○旧法・新基準 ○準特定・新基準	$0.1 \cdot \Phi_2(A)$
		○新法	$0.1 \cdot \Phi_1(A)$
IE3	配管の大破による流出	○準特定・旧基準	$0.01 \cdot \Phi_4(A) \cdot CI(PL)$
		○旧法・新基準 ○準特定・新基準	$0.01 \cdot \Phi_2(A) \cdot CI(PL)$
		○新法	$0.01 \cdot \Phi_1(A) \cdot CI(PL)$
IE4	タンク本体の大破による流出	○準特定・旧基準	$0.01 \cdot \Phi_4(A)$
		○旧法・新基準 ○準特定・新基準	$0.01 \cdot \Phi_2(A)$
		○新法	$0.01 \cdot \Phi_1(A)$

注 1) 表に現れる記号は以下の通りである。

$\Phi(A)$: フラジリティ関数 (Φ_1 : 新法、 Φ_2 : 旧法・新基準及び準特定・新基準、 Φ_3 : 旧法・旧基準、 Φ_4 : 準特定・旧基準)、 A : 地表加速度(gal)

$CI(PL)$: 液状化係数 (=1、1.2、1.5、3)、 PL : 液状化危険度 (PL 値)

注 2) 配管強度はタンク技術基準によって変わらないと考え、配管の小破流出に関しては、新法または旧法・新基準タンクでも旧法・旧基準タンクのフラジリティ関数 (Φ_3) を、準特定・新基準または特定外タンクでも準特定・旧基準タンクのフラジリティ関数 (Φ_4) を用いる。

【漏洩発生率の推定】

図 3.2.4 のフラジリティ関数を用いて、危険物タンクの初期事象の発生確率を推定する。ただし、このフラジリティ関数で得られるのはタンクの座屈発生率（満液時を想定）であるため、阪神・淡路大震災での被害状況をもとに、座屈から流出に至る比率(Cr)を次のように仮定して乗じる。

○タンク本体の小破流出 : $Cr=0.1$

○タンク本体の大破流出 : $Cr=0.01$

注 1) 消防庁が実施した阪神・淡路大震災の激震地区（神戸市）にあった 236 基の危険物タンクの被害調査では、側板に変形が認められた 12 基のタンクのうち亀裂 1 基、流出 1 基となっている。また配管接続部から漏洩があったのは 7 基であったⁱ。これをもとに、座屈から流出（小破）に至る確率を 0.1 とする。大破流出は、この地震では発生していないが、小破流出の 1/10 と仮定する。

注 2) 神戸市の 236 基の危険物タンクに対して、地震動を計測震度 6.2 (427gal) と仮定し、上記の被害モデルを用いて流出件数を算定すると 22 件程度と実被害の 3 倍近い数字になる。これは、被害モデルは満液を想定して作成しているのに対し、阪神・淡路大震災発生時は油量の少ないタンクが多かったことによるものと考えられる。現実にはすべてのタンクが満液ということはあるが、油量を考慮することは困難なこともあるため、ここでは安全側の評価として満液想定とする。

ⁱ 阪神・淡路大震災に係る屋外タンク貯蔵所の被害状況現地調査結果報告書，消防庁，1995

また、配管の破損に関しては、タンク本体と破損のメカニズムは異なるが、 C_r を本体小破流出と同じ 0.1 と仮定し、これに液状化危険度（PL 値）に応じた以下の係数 C_l を乗じる。この係数は、ライフライン（上水道）の被害推定でよく用いられているものであるⁱ。

○ $PL=0$: $C_l=1.0$

○ $0 < PL \leq 5$: $C_l=1.2$

○ $5 < PL \leq 15$: $C_l=1.5$

○ $PL > 15$: $C_l=3.0$

【入力加速度の推定】

被害モデルの入力加速度(A)は、タンクの損傷（座屈）に実効的に作用する加速度となるが、ここでは、気象庁で計測震度(I)の算定に用いられている次式を適用して計測震度から求めた加速度を実効加速度と仮定する（資料 5）。

$$I = 2 \cdot \log_{10} A + 0.94 \quad (\text{気象庁告示第 4 号, 1996})$$

この式を用いた場合、震度 6 強（計測震度 6.0~6.4）のときの実効加速度は 339~537gal となる。消防庁の調査によると、阪神・淡路大震災のときの神戸地区のコンビナートで石油タンクに実効的に作用した加速度は 400gal 程度とされておりⁱⁱ、ほぼ妥当な値が得られるものと考えられる。

このようにして得られた被害モデルは以下のようになる。また、被害モデルの概念を図 3.2.5 に示す。

$$R = C_r \cdot C_l \cdot \Phi(A)$$

R : 漏洩発生率

Φ : 図 3.2.4 の fragility 関数

A : 地表加速度(gal)

C_r : 座屈から破損(漏洩)に至る比率

(配管・本体小破 : 0.1, 配管・本体大破 : 0.01)

C_l : 液状化係数 (配管破損のみ)

($PL=0$: 1.0, $0 < PL \leq 5$: 1.2, $5 < PL \leq 15$: 1.5, $PL > 15$: 3.0)

ⁱ 例えば、中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定手法について（第 34 回「東南海、南海地震等に関する専門調査会」資料 3）、中央防災会議事務局、2008。

ⁱⁱ 危険物の耐震性に関する調査報告書、危険物保安技術協会、平成 8 年 3 月

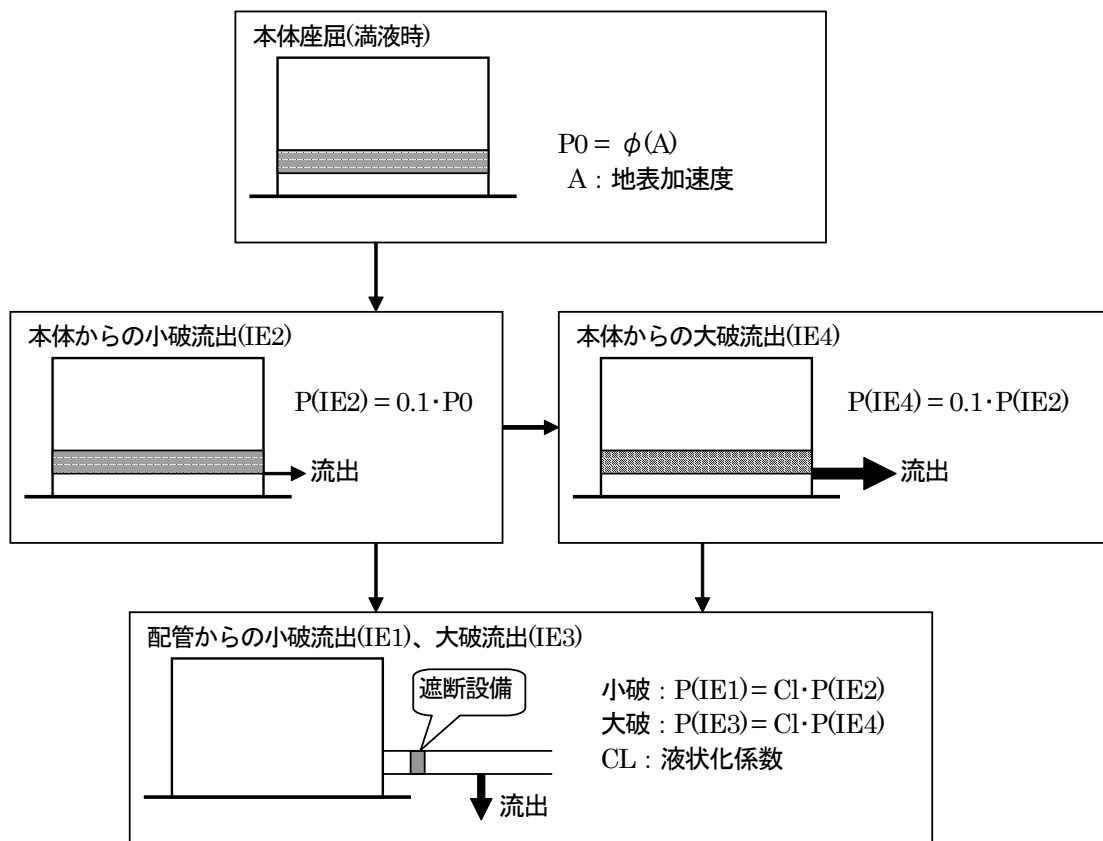


図 3.2.5 地震による危険物タンクの被害モデルの概念

(3) 事象の分岐確率

事象の分岐確率は、地震動の強さや防災設備の停電時の作動可否等を考慮して表 3.2.3 のように設定する。これらの設定根拠を以下に示す。

表 3.2.3 危険物タンクの事象の分岐確率

B1	緊急遮断の失敗	停電時自動閉止		1.5×10^{-2}
		停電時作動可能	震度6弱	3.7×10^{-2}
			震度6強	6.6×10^{-2}
		停電時作動不能	震度6弱	4.4×10^{-1}
震度6強	1.0			
B2	バルブ手動閉止の失敗	1石、アルコール		5.0×10^{-1}
		2・3・4石		5.0×10^{-2}
B3	一時的な流出拡大防止措置の失敗			10^{-1}
B4	緊急移送の失敗	停電時作動可能	震度6弱	5.0×10^{-2}
			震度6強	7.9×10^{-2}
		停電時作動不能	震度6弱	4.5×10^{-1}
			震度6強	1.0

B5	仕切堤による拡大防止の失敗		10^{-1}
B6	防油堤による拡大防止の失敗	防油堤基準適合	10^{-2}
		防油堤基準不適合	10^{-1}
B7	流出油の着火	1石・アルコール	10^{-1}
		2・3・4石	10^{-2}
B7	拡散防止失敗(毒性危険物)		10^{-1}

a. 緊急遮断の失敗

地震時に防災設備が作動しなくなる原因としては、主に次のものが考えられる。

- 駆動源(主として電力)の喪失
- 地震による設備の損傷
- 設備の偶発的な故障

このうち、「設備の偶発的な故障」は平常時にたまたま起こりうる故障と地震発生が重なった場合で、その確率は平常時の不作動確率と等しくなる。「駆動源の喪失」と「地震による設備の損傷」は、地震動の強さや停電時における防災設備の作動性を考慮して推定することになる。

電気駆動、エア駆動の遮断設備について FT 図に表わすと図 3.2.6、図 3.2.7 のようになる。FT に現れる末端事象の確率は、東日本大震災における防災設備の被害状況ⁱに基づき推定した。また、エア駆動の遮断設備のうち停電時に自動閉止するものについては、図 3.2.8 の FT を適用する。なお、遮断設備が付いていないタンクでは、緊急遮断の失敗確率を 1.0 とする。

b. バルブ手動閉止の失敗

地震による活動障害等を考慮して、平常時より失敗確率が高くなるものと考え、貯蔵油種に応じて以下のように設定する。

- 第 1 石油類・アルコール類 : 5.0×10^{-2}
- その他 : 5.0×10^{-3}

c. 一時的な流出拡大防止の失敗

タンク本体から流出した場合でも、小破流出であれば破口を塞いだり土のうで囲んで漏油を回収するなどの一時的な措置により拡大を防止することが可能な場合もある。このような措置に失敗して、漏油が仕切堤(あるいは防油堤)全面に拡大する確率は 10^{-1} とする (平常時と同様)。

ⁱ 消防科学総合センター：石油コンビナートの防災アセスメント指針の改訂に係る調査検討報告書、平成 24 年。

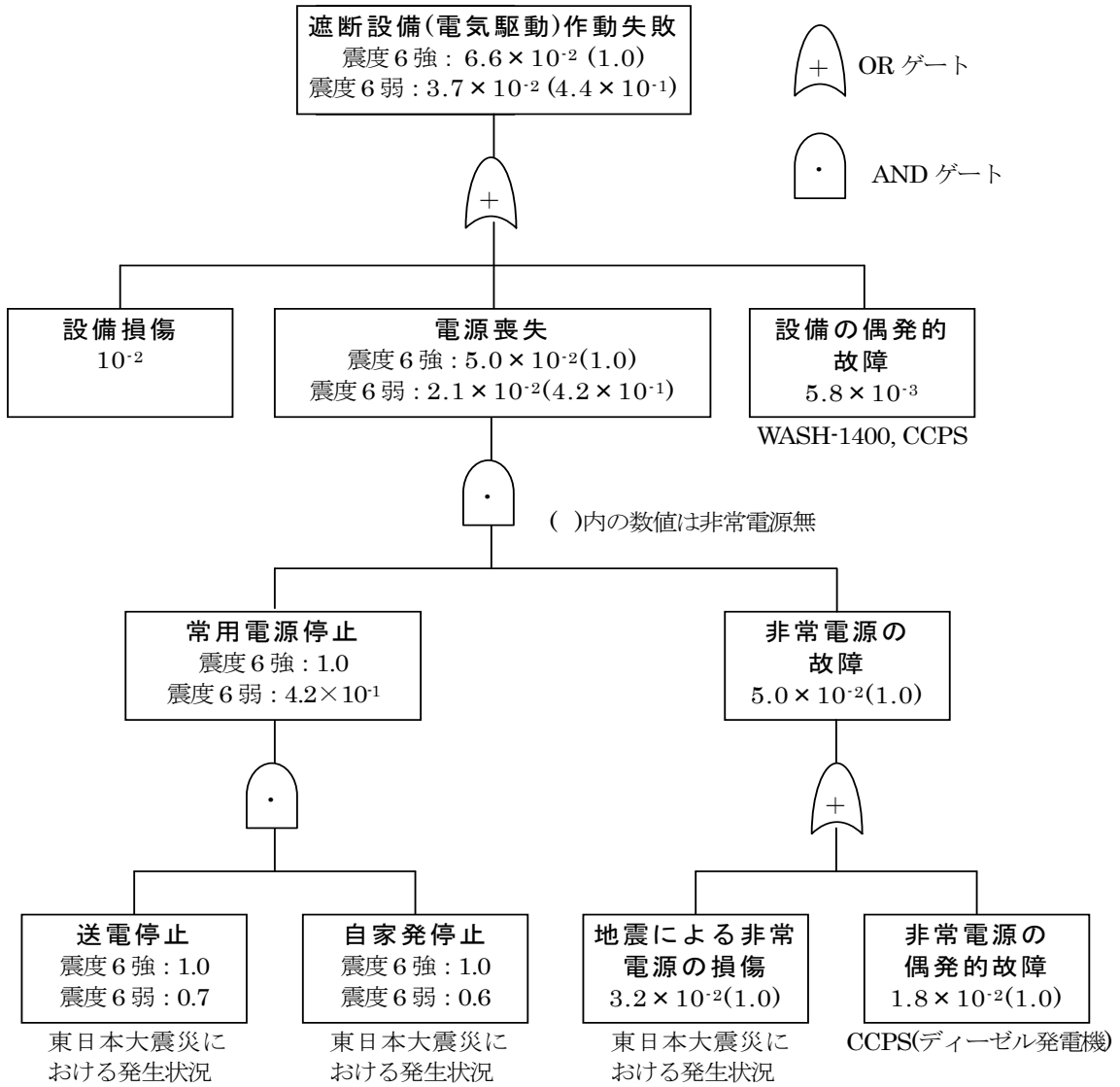


図 3.2.6 遮断設備(電気駆動)の作動失敗に関する FTA(地震時)

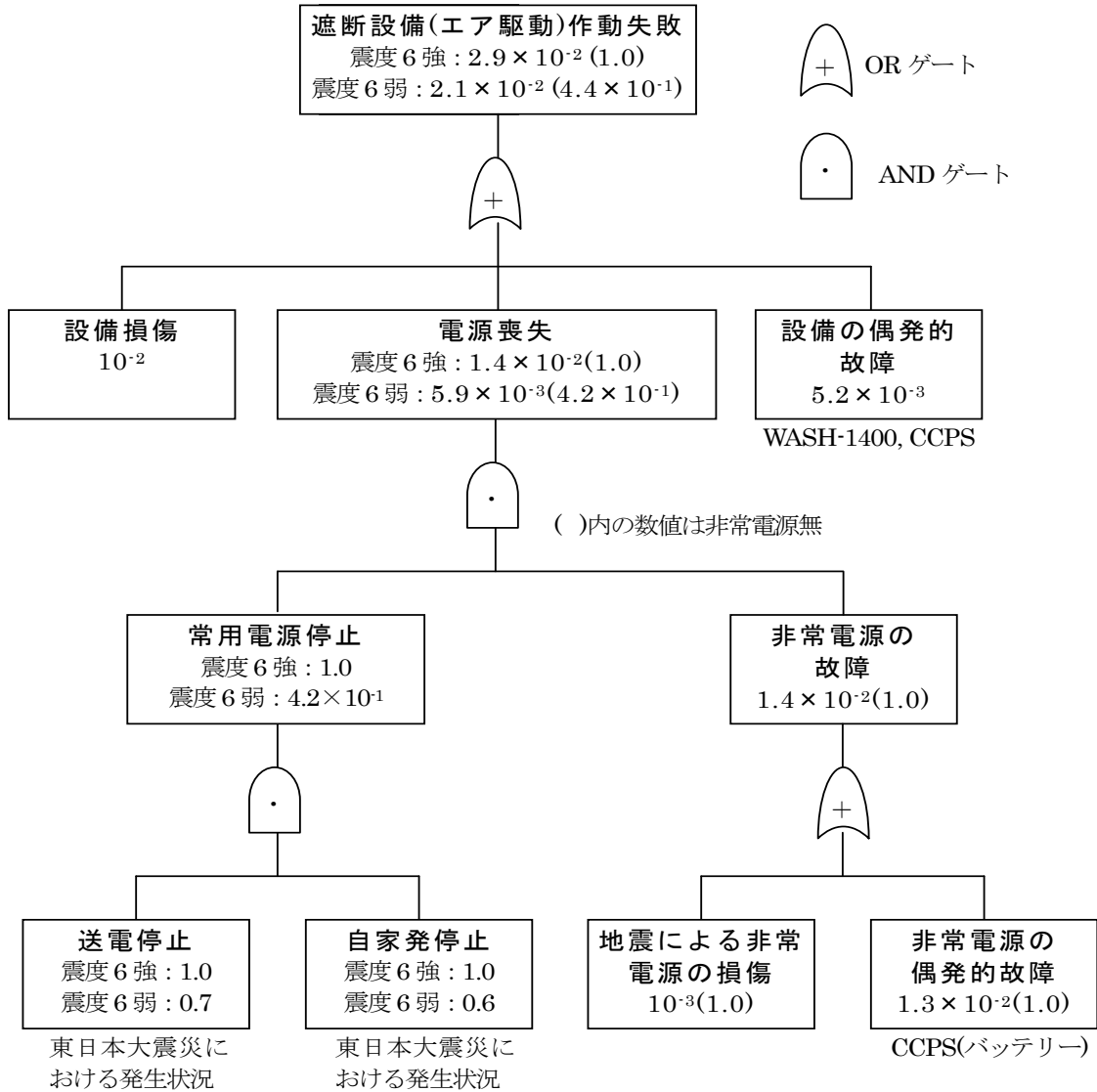


図 3.2.7 遮断設備(エア駆動)の作動失敗に関する FTA(地震時)

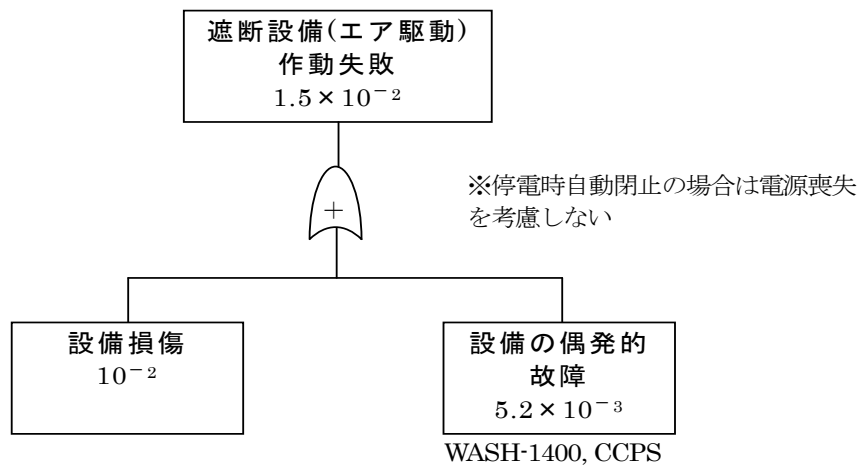


図 3.2.8 遮断設備(エア駆動・停電時自動閉止)の作動失敗に関する FTA(地震時)

d. 内容物の緊急移送の失敗

内容物の緊急移送の失敗については、移送ポンプ（電動ポンプ）の起動失敗として捉え、遮断設備と同様の考え方に基づいた図 3.2.9 の FT 図における失敗確率を適用する。ただし、移送設備が付いていない場合は 1.0 とする。

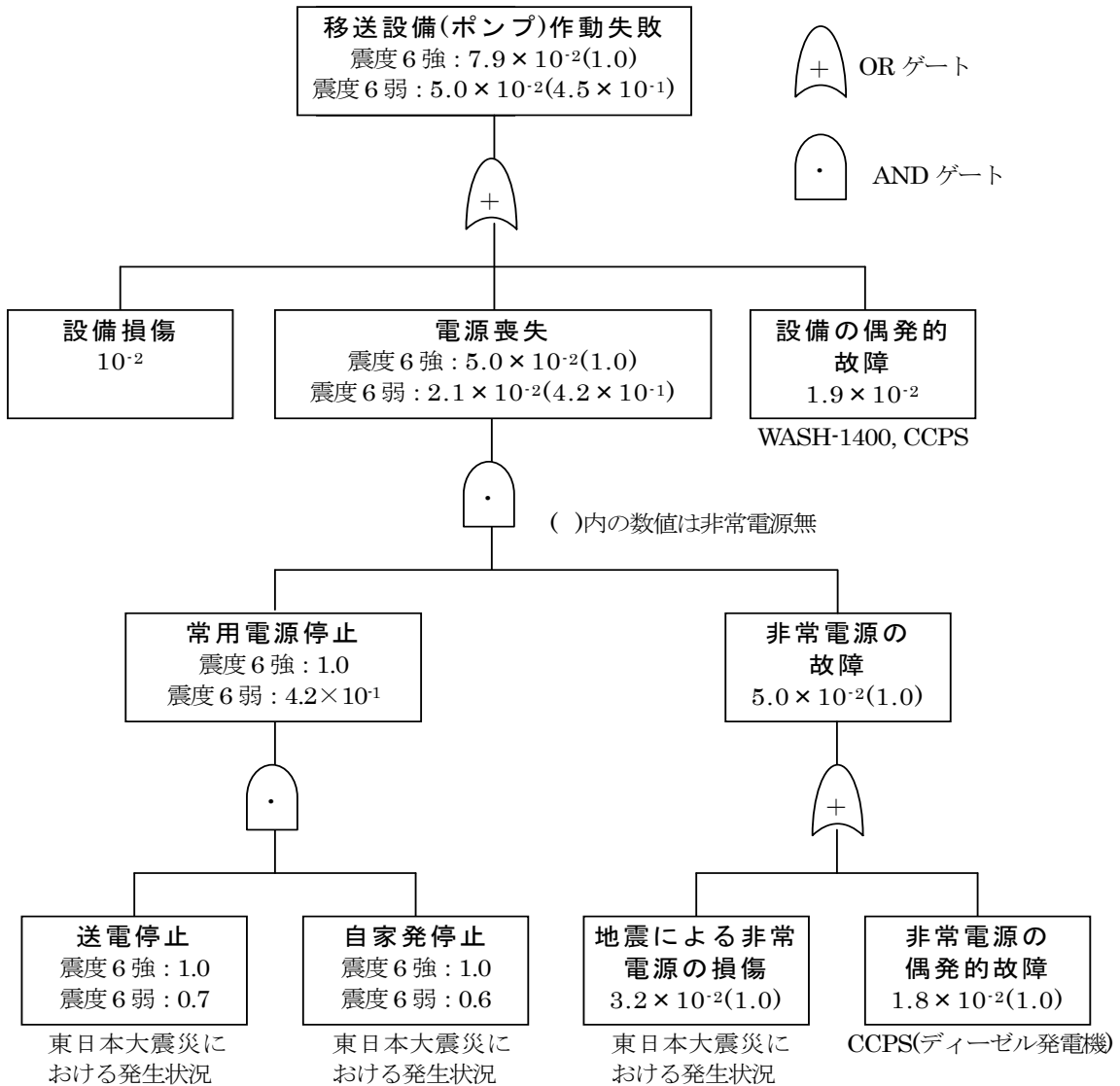


図 3.2.9 移送設備の作動失敗に関する FTA(地震時)

e. 仕切堤・防油堤による拡大防止の失敗

地震時には、仕切堤または防油堤が破損し、拡大防止に失敗する確率が高くなるものと考えられることから、震度に関わらず 10^{-1} とする。ただし、防油堤については、平成 10 年の耐震基準（平成 10 年 3 月 20 日付け消防危 32 号「防油堤の漏洩防止措置等について」）に適合する場合（あるいは適用外の場合）には 10^{-2} とする。

f. 流出油への着火

平常時と同様に、貯蔵油種に応じて以下のように設定する。

- 第1石油類・アルコール類： 10^{-1}
- その他： 10^{-2}

g. 拡散防止の失敗

泡シール等の応急措置に失敗して流出した毒性危険物が蒸発し、毒性ガスの拡散に至る確率は 10^{-1} とする（平常時と同様）。

(4) 災害の発生危険度

以上の初期事象の発生確率と事象の分岐確率を ET に与えることにより、すべての評価対象タンクについて、起こりうる各災害事象の発生確率の推定を行う。個々の施設の災害発生確率は、設置場所で予想される地震動と液状化危険、貯蔵物質（類別）、遮断設備の有無や停電時の可動性、移送設備の有無などによって異なってくる。

推定した災害発生確率を A～E の5段階に区分し、災害事象ごとの危険度分布を示すと表 3.2.4 及び表 3.2.5 のようになる。

平常時と同様に、緊急遮断設備などの防災設備が設置されていない特定外タンクや準特定・旧基準タンクにおいて、災害発生危険度が高くなっている。

表 3.2.4 危険物タンクの災害（火災）発生危険度分布（施設数）

<京葉臨海北部地区>

レベル	小量流出・火災	中量流出・火災	仕切堤内 流出・火災	防油堤内 流出・火災	防油堤外 流出・火災
A	0	4	0	0	0
B	8	36	0	15	0
C	16	42	0	41	5
D	7	16	1	37	28
E	0	0	3	5	65
対象外	67	0	94	0	0
合計	98	98	98	98	98

<京葉臨海中部地区>

レベル	小量流出・火災	中量流出・火災	仕切堤内 流出・火災	防油堤内 流出・火災	防油堤外 流出・火災
A	0	0	0	0	0
B	50	60	0	1	0
C	327	296	4	27	1
D	292	409	111	386	7
E	43	309	433	660	1066
対象外	362	0	526	0	0
合計	1074	1074	1074	1074	1074

<京葉臨海南部地区>

レベル	小量流出・火災	中量流出・火災	仕切堤内 流出・火災	防油堤内 流出・火災	防油堤外 流出・火災
A	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0
C	5	2	0	2	0
D	3	3	0	3	0
E	0	3	0	3	8
対象外	0	0	8	0	0
合計	8	8	8	8	8

- *) 対象外のタンクは以下の通りである。
 小量流出・火災：遮断設備がないタンク。
 仕切堤内流出・火災：仕切堤がないタンク、遮断設備及び移送設備がないタンク。
- *) 災害発生危険度のレベル
 A：10⁻²程度以上、B：10⁻³程度、C：10⁻⁴程度、D：10⁻⁵程度、E：10⁻⁶程度以下

表 3.2.5 危険物タンクの災害（毒性ガス拡散）発生危険度分布（施設数）

<京葉臨海中部地区>

レベル	小量流出・拡散	中量流出・拡散	仕切堤内 流出・拡散	防油堤内 流出・拡散	防油堤外 流出・拡散
A	0	0	0	0	0
B	3	1	0	0	0
C	3	4	0	1	0
D	0	2	0	5	1
E	0	1	1	2	7
対象外	2	0	7	0	0
合計	8	8	8	8	8

- *) 対象外のタンクは以下の通りである。
 小量流出・火災：遮断設備がないタンク。
 仕切堤内流出・火災：仕切堤がないタンク、遮断設備及び移送設備がないタンク。
- *) 災害発生危険度のレベル
 A：10⁻²程度以上、B：10⁻³程度、C：10⁻⁴程度、D：10⁻⁵程度、E：10⁻⁶程度以下

3.2.2.2 ガスタンクの災害発生危険度

(1) 地震による高圧ガス貯槽の被害

地震による高圧ガス貯槽での被害としては、阪神・淡路大震災によるLPGタンク配管からの流出、東日本大震災によるLPGタンクの爆発火災があげられる。その他の地震では、危険物タンクで大きな被害が出た新潟地震や宮城県沖地震も含めて、高圧ガス貯槽での流出はほとんど発生していない。

1995年の阪神・淡路大震災では、神戸市東灘区にあるLPGタンク5基（同一事業所のタンクで球形2基、平底3基）の配管系から流出が発生したⁱ。うち平底タンク1基では、受払元弁フランジが損傷したため流出を止めることができず、周辺の住民に避難勧告が発令された。神戸市（神戸地区特別防災区域）にある可燃性の高圧ガス貯槽は十数基であり、これから流出発生率を算出

ⁱ 兵庫県南部地震に伴うLPガス貯蔵設備ガス漏洩調査最終報告書，高圧ガス保安協会，平成7年

すると危険物タンクの 10 倍程度と非常に大きくなる。高圧ガス貯槽の総数は危険物タンクの 1 割程度であり、流出発生率が危険物タンクの 10 倍も大きいと、過去の地震で危険物タンクとほぼ同程度の流出が発生している可能性が高い。また構造的に考えてもこのような大きい発生率は不自然であり、神戸の事例は地盤条件が悪い（タンクと緊急遮断弁の架台の地盤特性が異なっていた）特定の施設で被害が集中的に発生したと考えるべきであろう。

一方、2011 年東日本大震災における LPG タンクの爆発火災は、満水状態にあった LPG タンクの支柱ブレースが地震により破断してタンクが倒壊したことに端を発し、これにより周辺の配管を破損して火災が長時間継続し、隣接タンクが BLEVE と呼ばれる爆発現象を生じたことにより、次々と周辺タンクが爆発して大規模火災に至ったものである。

最初に倒壊したタンクは満水状態で通常の運用状態とは異なること、その後爆発火災となった周辺タンクについては周辺火災による 2 次的な被害であることから、いずれも地震動による直接的被害とは別途検討を行う必要がある。

注) BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) とは、沸点以上の温度で貯蔵している加圧液化ガスの貯槽や容器が何らかの原因により破損し、大気圧まで減圧することにより急激に気化する爆発的蒸発現象である。典型的には、火災時の熱により容器等が破損して BLEVE を引き起こす。BLEVE の発生は内容物が可燃性のものに限らないが、可燃性の場合には着火してファイヤーボールと呼ばれる巨大な火球を形成することが多い。

(2) 初期事象の発生確率

ガスタンクの初期事象の発生確率は表 3.2.6 のように設定する。

表 3.2.6 ガスタンクの初期事象の発生確率

IE1	配管の小破による流出	$0.1 \cdot \Phi_3(A) \cdot Cl(PL)$
IE2	タンク本体の小破流出	$0.1 \cdot \Phi_1(A)$
IE3	配管の大破による流出	$0.01 \cdot \Phi_1(A) \cdot Cl(PL)$
IE4	タンク本体の大破流出(LNG タンクを除く)	$0.01 \cdot \Phi_1(A)$

注) 表に現れる記号は以下の通りである。

$\Phi(A)$: フラジリティ関数 (Φ_1 : 新法、 Φ_3 : 旧法・旧基準)、A : 地表加速度(gal)

Cl(PL) : 液状化係数 (=1、1.2、1.5、3)、PL : 液状化危険度 (PL 値)

高圧ガスの貯槽については、危険物タンクのような工学的解析結果は報告されていないが、高圧ガス保安法の耐震設計基準に基づいて頑強に作られていることから、初期事象の発生確率は危険物タンク（新法）と同程度と考え、危険物タンク（新法）のフラジリティ関数（図 3.2.4）を適用する。なお、危険物タンクと同様に、配管の小破流出については新法タンクであっても旧法タンクと同程度とみなし、旧法・旧基準タンクのフラジリティ関数を用いる。

ただし、LNG タンクについては、タンク本体の大破流出は過去に事例がなく、タンク強度が高いため地震時においても考えにくいことから対象外とする。

(3) 事象の分岐確率

事象の分岐確率は表 3.2.7 のように設定する。これらの設定根拠を以下に示す。

表 3.2.7 ガスタンクの事象の分岐確率

B1	緊急遮断の失敗	停電時自動閉止		1.5×10^{-2}
		停電時作動可能	震度6弱	2.1×10^{-2}
			震度6強	2.9×10^{-2}
		停電時作動不能	震度6弱	4.4×10^{-1}
震度6強	1.0			
B2	バルブ手動閉止の失敗			5.0×10^{-2}
B3	一時的な流出拡大防止の失敗			5.0×10^{-1}
B4	緊急移送の失敗	停電時作動可能	震度6弱	5.0×10^{-2}
			震度6強	7.9×10^{-2}
		停電時作動不能	震度6弱	4.5×10^{-1}
			震度6強	1.0
B5	着火・爆発火災 (可燃性ガスタンク)	水幕または高発泡設備なし		10^{-1}
		水幕または高発泡設備あり		10^{-2}
B6	拡散防止の失敗(毒性ガスタンク)	屋外		2.0×10^{-1}
		屋内		3.8×10^{-2}

a. 緊急遮断の失敗

緊急遮断設備には電気駆動とエア駆動があり、当該地区では全てエア駆動であることから、図 3.2.7 及び図 3.2.8 の FT 図におけるエア駆動の緊急遮断設備の失敗確率を適用する。

b. バルブ手動閉止の失敗

地震による活動障害を考慮して、平常時より失敗確率が高くなるものと考え 5.0×10^{-2} とする。

c. 一時的な流出拡大防止の失敗

ガスタンクにおいても、流出箇所によっては一時的に破口を塞ぐなどの措置が可能であるが、危険物（可燃性液体）に比べて困難と考えられることから、失敗して流出が長時間継続する確率を 0.5 とする（危険物タンクでは 10^{-1} ）。

d. 内容物の緊急移送の失敗

内容物の緊急移送の失敗については、移送ポンプ（電動ポンプ）の起動失敗として捉え、遮断設備と同様の考え方に基づいた図 3.2.9 の FT 図における失敗確率を適用する。ただし、移送設備が付いていない場合は 1.0 とする。

e. 流出ガスへの着火

流出した可燃性ガスに着火して爆発・火災が発生する確率は、第 1 石油類・アルコール類と同程

度と考え 10^{-1} とする。ただし、水幕設備または高発泡設備が設置されている場合には、着火確率を 10^{-2} とする。

f. 拡散防止の失敗

毒性ガスタンクには、流出ガスの拡散を防止するための吸引設備や散水設備などの除害設備が設置されている。さらに流出時には、放水や中和処理などの除害措置が実施される。

地震時にこれらの設備や措置による拡散防止に失敗する確率は、平常時よりも 2 倍程度高くなるものと考え、屋外に設置されたタンクについては 2.0×10^{-1} 、屋内に設置されたタンクについては 3.8×10^{-2} とする。

(4) 災害の発生危険度

以上の初期事象の発生確率と事象の分岐確率を ET に与えることにより、評価対象としたすべてのガスタンクについて、起こりうる各災害事象の発生確率の推定を行う。得られた災害発生頻度を危険物タンクと同様に A~E の 5 段階に区分し、災害事象ごとの危険度分布を示すと表 3.2.8 及び 3.2.9 のようになる。

表 3.2.8 可燃性ガスタンクの災害発生危険度分布（施設数）

<京葉臨海北部地区>

レベル	小量流出・ 爆発火災	中量流出・ 爆発火災	大量流出・ 爆発火災	全量流出・ 爆発火災
A	0	0	0	0
B	0	0	0	0
C	3	0	0	0
D	0	3	0	0
E	0	0	3	3
対象外	0	0	0	0
合計	3	3	3	3

<京葉臨海中部地区>

レベル	小量流出・ 爆発火災	中量流出・ 爆発火災	大量流出・ 爆発火災	全量流出・ 爆発火災
A	0	0	0	0
B	10	1	0	0
C	250	6	0	0
D	76	31	0	5
E	5	315	341	348
対象外	12	0	12	0
合計	353	353	353	353

<京葉臨海南部地区>

レベル	小量流出・ 爆発火災	中量流出・ 爆発火災	大量流出・ 爆発火災	全量流出・ 爆発火災
A	0	0	0	0
B	0	0	0	0
C	17	0	0	0
D	4	3	0	0
E	0	18	21	21
対象外	0	0	0	0
合計	21	21	21	21

*）対象外のタンクは以下の通りである。

小量流出：遮断設備がないタンク。大量流出：遮断設備及び移送設備がないタンク。

*）災害発生危険度のレベル

A：10⁻²程度以上、B：10⁻³程度、C：10⁻⁴程度、D：10⁻⁵程度、E：10⁻⁶程度以下

表 3.2.9 毒性ガスタンクの災害発生危険度分布（施設数）

<京葉臨海中部地区>

レベル	小量流出・ 毒性拡散	中量流出・ 毒性拡散	大量流出・ 毒性拡散	全量流出・ 毒性拡散
A	0	0	0	0
B	2	1	0	0
C	31	2	0	1
D	13	7	4	0
E	0	39	44	48
対象外	3	0	1	0
合計	49	49	49	49

<京葉臨海南部地区>

レベル	小量流出・ 毒性拡散	中量流出・ 毒性拡散	大量流出・ 毒性拡散	全量流出・ 毒性拡散
A	0	0	0	0
B	0	0	0	0
C	6	0	0	0
D	2	3	0	0
E	0	5	8	8
対象外	0	0	0	0
合計	8	8	8	8

*）対象外のタンクは以下の通りである。

小量流出：遮断設備がないタンク。大量流出：遮断設備及び移送設備がないタンク。

*）災害発生危険度のレベル

A：10⁻²程度以上、B：10⁻³程度、C：10⁻⁴程度、D：10⁻⁵程度、E：10⁻⁶程度以下

*）アンモニアを取扱う施設は、爆発火災と毒性ガス拡散の両方に計上している。

3.2.2.3 プラントの災害発生危険度

東日本大震災における被害状況より、石油コンビナートの危険物製造所では地震による被災率は高かったものの、火災や流出は発生していない。地震による製造所の被害は鹿島地区で多く発生しており、建築物や配管等において、設備のずれ、変形、破損、液化化による地盤沈下等が確認されている。ⁱ

(1) 製造施設

①初期事象の発生確率

プラント・製造施設の初期事象の発生確率は表 3.2.10 のように設定する。

表 3.2.10 プラント・製造施設の初期事象の発生確率

IE1	装置の小破による流出	$0.1 \cdot \Phi_3(A)$
IE2	装置の大破による流出	$0.01 \cdot \Phi_3(A)$

注) 表に現れる記号は以下の通りである。

$\Phi(A)$: フラジリティ関数 (Φ_3 :旧法・旧基準)、A : 地表加速度(gal)

プラントについては、塔槽類及びこれらに接続された配管が破損し漏洩するような事象を考える。地震によりこれらの事象がどの程度の確率で発生するかを推定することは困難であるが、配管強度は危険物タンクや高圧ガスタンクの配管系と同程度と考えられることから、旧法タンクのフラジリティ関数(Φ_3)を用いる。

②事象の分岐確率

事象の分岐確率は表 3.2.11 のように設定する。これらの設定根拠を以下に示す。

表 3.2.11 プラント・製造施設の事象の分岐確率

B1	緊急停止・遮断の失敗(停電時可動)	震度6弱	2.1×10^{-2}
		震度6強	2.9×10^{-2}
B2	内容物の緊急移送の失敗		10^{-1}
B3	着火・爆発火災	可燃性液体を取り扱う施設	5.0×10^{-1}
		可燃性ガスを取り扱う施設	2.0×10^{-1}
B4	蒸発・拡散防止の失敗 (毒性物質を取り扱う施設)	屋外	2.0×10^{-1}
		屋内	3.8×10^{-2}

a. 緊急遮断の失敗

エア駆動の緊急遮断設備の失敗確率 (図 3.2.7) を適用する (停電時可動とする)。

ⁱ 財団法人消防科学総合センター：石油コンビナートの防災アセスメント指針の改訂に係る調査検討報告書、平成 24 年 12 月。

b. 内容物の緊急移送の失敗

設備自体は高い確率で動作すると考えられるが、特に製造施設ではユニット内で高圧で処理されている場合が多く、短時間で内容物が流出することを考慮して 10^{-1} とする。

c. 流出物への着火

平常時と同様に、可燃性液体を取り扱う施設については、特定事業所における事故全体に対する火災事故の比率に基づき 5.0×10^{-1} とする。可燃性ガスを取り扱う施設については、製造事業所（コンビ則適用）において漏洩後に爆発、火災に至る事象の割合に基づき 2.0×10^{-1} とする。

d. 蒸発・拡散防止の失敗

毒性物質を取り扱う製造施設には、散水設備や吸引設備など、毒性ガスの蒸発や拡散を防止するための設備が設置されている場合がある。さらに流出時には、放水や中和処理などの除害措置が実施される。

地震時にこれらの設備や措置による拡散防止に失敗する確率は、平常時よりも 2 倍程度高くなるものと考え、屋外に設置されたプラント設備については 2.0×10^{-1} 、屋内に設置されたプラント設備については 3.8×10^{-2} とする。

③災害の発生危険度

以上の初期事象の発生確率と事象の分岐確率を ET に与えることにより、評価対象としたすべての製造施設について、起こりうる各災害事象の発生確率を推定する。得られた災害発生確率を A～E の 5 段階に区分し、災害事象ごとの危険度分布を示すと表 3.2.12 のようになる。製造施設には、可燃性液体(石油類)、可燃性ガス、毒性ガスのいずれか、あるいはすべてを扱っているものがあり、表 3.2.12 はそれぞれ該当する施設についての災害発生危険度の分布を表している。

表 3.2.12 プラント・製造施設の災害発生危険度分布（施設数）

<京葉臨海北部地区>

レベル	流出火災			爆発・火災		
	小量流出 流出火災	ユニット全量流出 流出火災	大量流出 流出火災	小量流出 爆発・火災	ユニット全量流出 爆発・火災	大量流出 爆発・火災
A	0	0	0	0	0	0
B	6	0	0	0	0	0
C	0	6	0	1	1	0
D	0	0	6	0	0	1
E	0	0	0	0	0	0
合計	6	6	6	1	1	1

<京葉臨海中部地区>

レベル	流出火災			爆発・火災		
	小量流出 流出火災	ユニット全量流出 流出火災	大量流出 流出火災	小量流出 爆発・火災	ユニット全量流出 爆発・火災	大量流出 爆発・火災
A	0	0	0	0	0	0
B	92	0	0	6	0	0
C	157	228	0	157	35	0
D	0	21	232	0	128	64
E	0	0	17	0	0	99
合計	249	249	249	163	163	163

レベル	毒性拡散		
	小量流出 毒性拡散	ユニット全量流出 毒性拡散	大量流出 毒性拡散
A	0	0	0
B	1	2	0
C	15	14	0
D	4	4	9
E	0	0	11
合計	20	20	20

<京葉臨海南部地区>

レベル	流出火災		
	小量流出 流出火災	ユニット全量流出 流出火災	大量流出 流出火災
A	0	0	0
B	5	0	0
C	1	6	0
D	0	0	6
E	0	0	0
合計	6	6	6

*) 災害発生危険度のレベル

A : 10⁻² 程度以上、B : 10⁻³ 程度、C : 10⁻⁴ 程度、D : 10⁻⁵ 程度、E : 10⁻⁶ 程度以下

*) アンモニアを取扱う施設は、爆発火災と毒性ガス拡散の両方に計上している。

(2) 発電施設

①初期事象の発生確率

プラント・発電施設の初期事象の発生確率は表 3.2.13 のように設定する。

表 3.2.13 プラント・発電施設の初期事象の発生確率

IE1	装置の破損による流出	0.1・Φ ₃ (A)
-----	------------	------------------------

注) 表に現れる記号は以下の通りである。

Φ(A) : フラジリティ関数 (Φ₃:旧法・旧基準)、A : 地表加速度(gal)

発電施設についても製造施設と同様に、配管強度は危険物タンクや高压ガスタンクの配管系と同程度と考え、旧法タンクのフラジリティ関数(Φ₃)を用いる。

②事象の分岐確率

事象の分岐確率は表 3.2.14 のように設定する。これらの設定根拠を以下に示す。

表 3.2.14 プラント・発電施設の事象の分岐確率

B1	緊急停止・遮断の失敗 (停電時可動)	震度6弱	2.1×10^{-2}
		震度6強	2.9×10^{-2}
B2	バルブ手動閉止の失敗	1石・アルコール・可燃性ガス	5.0×10^{-2}
		2・3・4石	5.0×10^{-3}
B3	着火・流出火災		1.0×10^{-1}

a. 緊急遮断の失敗

エア駆動の緊急遮断設備の失敗確率（図 3.2.7）を適用する（停電時可動とする）。

b. バルブ手動閉止の失敗

地震による活動障害等を考慮して、平常時より失敗確率が高くなるものと考え、取扱油種に応じて以下のように設定する（危険物タンクと同じ）。

- 第1石油類・アルコール類： 5.0×10^{-2}
- その他： 5.0×10^{-3}

c. 流出物への着火

平常時と同様に、流出事故が火災に至る比率をもとに 10^{-1} とする。

③災害の発生危険度

以上の初期事象の発生確率と事象の分岐確率を ET に与えることにより、評価対象としたすべての発電施設について、起こりうる各災害事象の発生確率を推定する。得られた災害発生確率を A～E の 5 段階に区分し、災害事象ごとの危険度分布を示すと表 3.2.15 のようになる。

表 3.2.15 プラント・発電施設の災害発生危険度分布（施設数）

<京葉臨海中部地区>

レベル	流出火災			爆発・火災		
	小量流出・火災	中量流出・火災	大量流出・火災	小量流出・爆発 火災	中量流出・爆発 火災	大量流出・爆発 火災
A	0	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0	0
C	25	0	0	3	0	0
D	9	4	0	4	0	0
E	0	30	34	0	7	7
合計	34	34	34	7	7	7

〈京葉臨海南部地区〉

レベル	流出火災		
	少量流出・火災	中量流出・火災	大量流出・火災
A	0	0	0
B	0	0	0
C	4	0	0
D	0	3	0
E	0	1	4
合計	4	4	4

*) 災害発生危険度のレベル

A : 10⁻² 程度以上、B : 10⁻³ 程度、C : 10⁻⁴ 程度、D : 10⁻⁵ 程度、E : 10⁻⁶ 程度以下

3.2.2.4 海上入出荷施設の災害発生危険度

海上入出荷施設（タンカー棧橋）は、海上または沿岸部に設置され、地震時には液状化による護岸の側方流動などに伴い大きな被害を受ける可能性がある。このようなタンカー棧橋の被害に対して確率的な評価手法を用いることは適当ではないと考えられることから、タンカー棧橋の地震による被害の発生危険度は、過去の被害事例に基づいた定性的評価を行う。

(1) 被害事例

本調査では、石油類、LPG、LNG を取扱うタンカー棧橋を評価対象としている。石油類の棧橋は危険物の移送取扱所に該当するが、移送取扱所（棧橋以外の施設を含む）の地震による被害事例は以下のとおりである。

○1995年兵庫県南部地震^{i,ii}

神戸市内の移送取扱所 12 施設のうち 2 施設で漏洩が、7 施設で破損が発生した他、大阪府の製油所（堺泉北）において漏洩 1 件が発生している。

地震直後のコンビナート（神戸、尼崎、堺泉北）の現地調査結果によると、神戸市や尼崎市の事業所では側方流動による護岸の倒壊が多く見られ、その影響により棧橋の変形や移動が生じた。堺泉北の製油所では、棧橋上の 2 本の配管を接続しているフランジに地震によりひずみが生じ、当該フランジ部から重油の微量漏洩が発生した。

○2001年芸予地震ⁱⁱⁱ

広島県のコンビナートにおいて、棧橋付属配管の流量計取付部に亀裂が入り、原油 50L が漏洩している。この配管及び流量計は使用していなかったものであり、腐食による強度不足が原因であった。

ⁱ 消防庁危険物規制課：阪神淡路大震災に係る屋外タンク貯蔵所の被害状況現地調査結果報告書，1995

ⁱⁱ 自治省消防庁消防研究所：兵庫県南部地震による危険物施設の被害調査報告書，1995

ⁱⁱⁱ 消防庁：危険物に係る事故事例(平成 13 年)，2001

○2007年新潟県中越沖地震ⁱ

新潟県の事業所において、移送取扱所の通常送油中、地震により緊急遮断弁が自動閉止したが、送油配管が破断し、漏洩した。

○2011年東日本大震災^{ii,iii}

移送取扱所では火災は発生していないが、計5件の漏洩が発生した。内訳は青森県（八戸）1件、福島県（広野）1件、茨城県（鹿島臨海）2件、神奈川県（根岸臨海）1件である。このうち八戸及び広野は津波による被害、鹿島臨海及び根岸臨海は地震（液状化を含む）による被害であった。

この他、特に鹿島臨海地区の事業所において、移送配管（栈橋上の配管を含む）や栈橋設備等（ローディングアーム）の破損が十数件発生している。

(2) 地震動によるタンカー栈橋の被害

石油類の栈橋については、地震による被害が発生したとしても入出荷中でなければ流出量は少量にとどまり、火災となる危険性は低いと考えられる。しかし、入出荷中の場合には、破損箇所によっては大量流出の可能性がある。オイルフェンスは入出荷時常に展張している場合と漏洩発生時に展張する場合があるが、入出荷中は常時監視が行われていることから、流出が広範囲に拡大する危険性は低いものと考えられる。ただし、地震により護岸の損壊が生じた場合や、津波警報が発表された場合などには、オイルフェンスの展張に支障が出る可能性があり、そのような場合には海上に流出し、広範囲に拡散することが懸念される。

一方、LPG、LNGを取扱うタンカー栈橋については、1965年以降に発生した地震による被害事例はないが^{iv}、石油類の栈橋と同様に、入出荷中に地震が発生した場合には、配管等が破損しガスが流出する可能性もある。流出したガスは直ちに蒸発・拡散すると考えられるが、大量に流出した場合は火災や爆発の危険性がある。一般的に、ローディングアームには突風や地震に備えてアームの緊急離脱装置が付いていることから、緊急時には直ちに遮断・切り離しが可能である（これが働いた場合でもローディングアーム内の残留ガスは流出する）。

ⁱ 消防庁：平成19年中の危険物に係る事故の概要，2008

ⁱⁱ 消防庁危険物保安室・特殊災害室：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関する検討報告書，2011

ⁱⁱⁱ 消防科学総合センター：石油コンビナートの防災アセスメント指針の改訂に係る調査検討報告書，2012

^{iv} 高圧ガス保安協会：事故事例データベース，2012

3.2.2.5 パイプラインの災害発生危険度

タンクのような点状施設と異なり、パイプラインのような線状施設の地震による被害は、その敷設経路や延長距離、継手等の接続状況などに影響を受ける。このような導配管の被害に対して、確率的な評価手法を用いることは適当ではないと考えられることから、導配管の地震による被害の発生危険度は、過去の被害事例に基づき検討を行う。

(1) 液状化対策の実施状況

本調査では、事業所間を結ぶ配管で石油または可燃性の高圧ガスを移送するもの（危険物の移送取扱所または高圧ガス導管に該当。以下、「導配管」という）を対象とした。これらの評価対象施設における液状化対策実施状況は、表 3.2.16 に示すとおりである。

注）危険物の移送取扱所は消防法に、高圧ガス導管は高圧ガス保安法により規制される。

表 3.2.16 パイプラインの液状化対策実施状況

	危険物配管	高圧ガス導管	全体
液状化対策実施	5%	3% (2%)	4%
液状化対策未実施	53%	44% (24%)	48%
非液状化地盤	31%	36% (24%)	33%
調査中	11%	17% (8%)	14%
計	100%	100% (59%)	100%

*) 括弧内の数値は高圧ガス導管のうち 100A 以下のもの

(2) 地震動による導配管の被害

石油類の配管（移送取扱所）については、3.2.5 項で示したように、過去の地震において漏洩や設備の破損が発生している。一般的に、導配管は変位吸収能力があり、構造上の観点からはその他の施設よりも損傷の危険性は低いものと思われる。しかしながら、本調査で対象としている石油類の配管については、液状化対策未実施のものは 53% が該当する。このような配管では、流出事故が発生する可能性も否定できない。

高圧ガス施設については、1994 年三陸はるか沖地震や 1995 年兵庫県南部地震、2003 年十勝沖地震などにより、冷凍事業所における配管からのアンモニアの流出や、LPG を取扱う事業所における配管からの LPG の流出などが何件か発生しているが、コンビナート等保安規則適用事業所については、兵庫県南部地震による LPG 貯槽配管（事業所内配管）からの LPG 流出事故があったのみであり、事業所間を結ぶ高圧ガス導管における被害事例はない。ⁱ

また、ここで対象としている導配管とは異なるが、ガス事業法に基づく都市ガス供給設備の地震による漏洩の発生状況は表 3.2.17 に示すとおりであり、火災は発生していない。高圧導管（圧力 1MPa 以上）の被害は、新潟県中越沖地震により、震源に近接した柏崎市刈羽の特定導管の 2ヶ所において長柱座屈によるガスの流出が生じたものである。

ⁱ 高圧ガス保安協会：事故事例データベース，2012

長柱座屈とは、長い柱状の構造物（小口径の鋼管等）の管軸方向に大きな力を加えると、特定の力を境に急激に不可逆的に大きなたわみを生ずる現象であるⁱ。この被害事例を踏まえて、経済産業省では長柱座屈の発生メカニズムや長柱座屈が生じない設計手法等の検討が行われその成果が「長柱座屈防止のための耐震設計指針」ⁱⁱに反映されている（この指針はガス事業の業界における自主的な基準と位置付けられている）。ここで対象とされる範囲は「埋設される 100A 以下の供給上重要な溶接接合された高・中圧ガス導管」であり、埋設する地盤の固有周期、管種、呼び径等に応じて、直線長の上限值が規定されている。

本調査で対象としている高圧ガス導管については、管径 100A 以下で液状化対策未実施のものは 24% が該当する。これらについては、管種、直線長等の詳細な確認が必要であるが、長柱座屈によるガスの流出の可能性はある。

ただし、石油類の配管、高圧ガス導管共に、通常は地震発生時に緊急停止・遮断が行われることから、大規模な流出や火災に至る危険性は低いと考えられる。

表 3.2.17 都市ガス供給設備の地震による漏洩の発生状況（一般ガス事業）^{iii, iv}

地震		阪神淡路大震災	中越地震	中越沖地震	東日本大震災
発生日		1995.1.17	2004.10.23	2007.7.16	2011.3.11
高圧 導管	被害(漏洩)箇所数	被害なし	被害なし	2	被害なし
	被害率(箇所/百 km)			2	
中圧 導管	被害(漏洩)箇所数	106	6	27	22
	被害率(箇所/百 km)	2	2	20	0.2
低圧 導管	被害(漏洩)箇所数	5223	148	166	774
	被害率(箇所/百 km)	14	4	3	0.9

注 1) 低圧:0.1MPa 未満、中圧:0.1MPa 以上 1.0MPa 未満、高圧:1.0MPa 以上(ガス事業法施行規則)

注 2) 2007 年新潟県中越沖地震では、震源に近接した柏崎市刈羽の特定導管の 2ヶ所において、長柱座屈によるガスの流出が生じている。なお、刈羽で観測された加速度は 1000gal(cm/s²)を超えていたが、測定範囲超過で具体的な数値は不明である。

ⁱ 経済産業省原子力安全・保安院ガス安全課：「地震対策技術調査事業」の進捗状況について，2010

ⁱⁱ 日本ガス協会：長柱座屈防止のための耐震設計指針，2013

ⁱⁱⁱ 総合資源エネルギー調査会都市熱エネルギー部会ガス安全小委員会災害対策ワーキンググループ：東日本大震災を踏まえた都市ガス供給の災害対策検討報告書，2012

^{iv} 新潟県中越沖地震における都市ガス事業・施設に関する検討会：新潟県中越沖地震における都市ガス事業・施設に関する検討会報告書，2010

3.2.3 地区全体の災害危険性

コンビナートには数多くの施設が存在するため、地震が発生した場合の地区全体の災害の起こりやすさは施設数に依存するが、このような地区全体の災害の起こりやすさは、個々の施設の災害発生確率を足し合わせるにより得られる。表 3.2.18 に「千葉県北西部直下地震」による地区全体の災害の発生確率を示す。

表 3.2.18 地震時における災害の発生確率（千葉県北西部直下地震）

施設	災害事象		災害発生確率			
			京葉臨海北部	京葉臨海中部	京葉臨海南部	
危険物 タンク	流出火災	小量流出・火災	2.3×10^{-2}	8.9×10^{-2}	4.5×10^{-4}	
		中量流出・火災	1.3×10^{-1}	1.1×10^{-1}	1.2×10^{-4}	
		仕切堤内流出・火災	2.2×10^{-5}	2.5×10^{-3}	対象施設なし	
		防油堤内流出・火災	1.4×10^{-2}	9.3×10^{-3}	4.1×10^{-5}	
		防油堤外流出・火災	8.8×10^{-4}	1.7×10^{-4}	1.2×10^{-7}	
	毒性ガス 拡散	小量流出・拡散	対象施設なし	4.0×10^{-3}	対象施設なし	
		中量流出・拡散		4.3×10^{-3}		
		仕切堤内流出・拡散		1.7×10^{-8}		
		防油堤内流出・拡散		1.9×10^{-4}		
		防油堤外流出・拡散		6.5×10^{-6}		
ガスタンク	爆発火災	小量流出・爆発火災	1.1×10^{-2}	4.3×10^{-2}	3.1×10^{-3}	
		中量流出・爆発火災	2.0×10^{-4}	2.9×10^{-3}	5.5×10^{-5}	
		大量流出・爆発火災	2.4×10^{-5}	6.7×10^{-5}	8.5×10^{-7}	
		全量流出・爆発火災	5.7×10^{-5}	1.8×10^{-4}	6.0×10^{-6}	
	毒性ガス 拡散	小量流出・拡散	対象施設なし	7.5×10^{-3}	対象施設なし	
		中量流出・拡散		1.5×10^{-3}		
		大量流出・拡散		3.2×10^{-5}		
		全量流出・拡散		7.6×10^{-5}		
	プラント (製造施設)	流出火災	小量流出・火災	1.7×10^{-2}	1.1×10^{-1}	3.4×10^{-3}
			ユニット全量流出・火災	3.8×10^{-3}	2.5×10^{-2}	7.6×10^{-4}
大量流出・火災			6.4×10^{-4}	3.0×10^{-3}	9.3×10^{-5}	
爆発火災		小量流出・爆発火災	2.1×10^{-3}	2.8×10^{-2}	対象施設なし	
		ユニット全量流出・爆発火災	4.7×10^{-4}	6.3×10^{-3}		
		大量流出・爆発火災	8.5×10^{-5}	8.2×10^{-4}		
毒性ガス 拡散		小量流出・拡散	対象施設なし	3.3×10^{-3}	対象施設なし	
		ユニット全量流出・拡散		4.1×10^{-3}		
		大量流出・拡散		1.5×10^{-4}		

表 3.2.18 地震時における災害の発生確率（千葉県北西部直下地震）（続き）

施設	災害事象		災害発生確率		
			京葉臨海北部	京葉臨海中部	京葉臨海南部
プラント (発電施設)	流出火災	小量流出・火災	対象施設なし	4.3×10^{-3}	4.2×10^{-4}
		中量流出・火災		1.1×10^{-4}	9.0×10^{-6}
		大量流出・火災		5.4×10^{-7}	4.5×10^{-8}
	爆発火災	小量流出・爆発火災	対象施設なし	3.9×10^{-4}	対象施設なし
		中量流出・爆発火災		7.9×10^{-6}	
		大量流出・爆発火災		4.2×10^{-7}	
計			2.0×10^{-1}	4.7×10^{-1}	1.1×10^{-2}

注 1) 災害事象のうち流出火災や爆発火災は火災の発生頻度を評価したものであり、流出の発生頻度はこれよりも大きくなる。

注 2) 危険物タンクの災害発生確率には容量 500kl 未満の特定外タンクは含まれないが、これを加えた場合、地震時の災害発生確率はわずかに増加する(例えば、中部地区において何らかの災害が発生する確率は 0.5→0.9 程度になると推定される)。

3.3 災害の発生危険度の推定（個々の施設の評価）

消防庁指針では、地域防災計画において想定される地震・津波の中で、石油コンビナートに最大の影響を及ぼす地震・津波を想定することを原則としている。このことを踏まえ、前項（3.2 項）では、地震被害想定調査（平成 26～27 年度）において被害想定の対象となっている千葉県北西部直下地震を想定して、地区全体の災害発生危険度の推定を行った。

しかしながら、千葉県北西部直下地震は、発生した場合に影響が大きいと考えられる都市部（船橋市～千葉市付近）直下を震源として設定したものであり、コンビナートにおいてはこれよりも大きな地震が発生する可能性がある。

したがって、個々の施設の災害危険度については防災対策用地震を想定し、起こり得る最大の災害を評価する。なお、防災対策用地震はどこでも起こり得る地震として、フィリピン海プレート内と地殻内に一律に M7 クラスの地震を想定したものであり、特定の震源を想定したものではないことに留意する必要がある。

3.3.1 前提となる地震の想定

防災対策用地震（プレート内、地殻内）の震源位置を図 3.3.1～3.3.2 に、震度分布を図 3.3.3～3.3.4 に示す。個々の施設の災害危険度の評価にあたっては、プレート内、地殻内の双方の計測震度の最大値を用いる。

液状化危険度については、地震の継続時間を「通常地震」と「長継続地震」の 2 種類想定し、全県で一律の震度（5 弱、5 強、6 弱、6 強）の揺れが発生した場合について、液状化危険度が評価されている（液状化しやすさマップ）。プレート内、地殻内の地震では、長継続とはならないと考えられることから、「通常地震・震度 6 強」を用いて評価を行う。図 3.3.5 に液状化しやすさマップ（通常地震・震度 6 強）を示す。

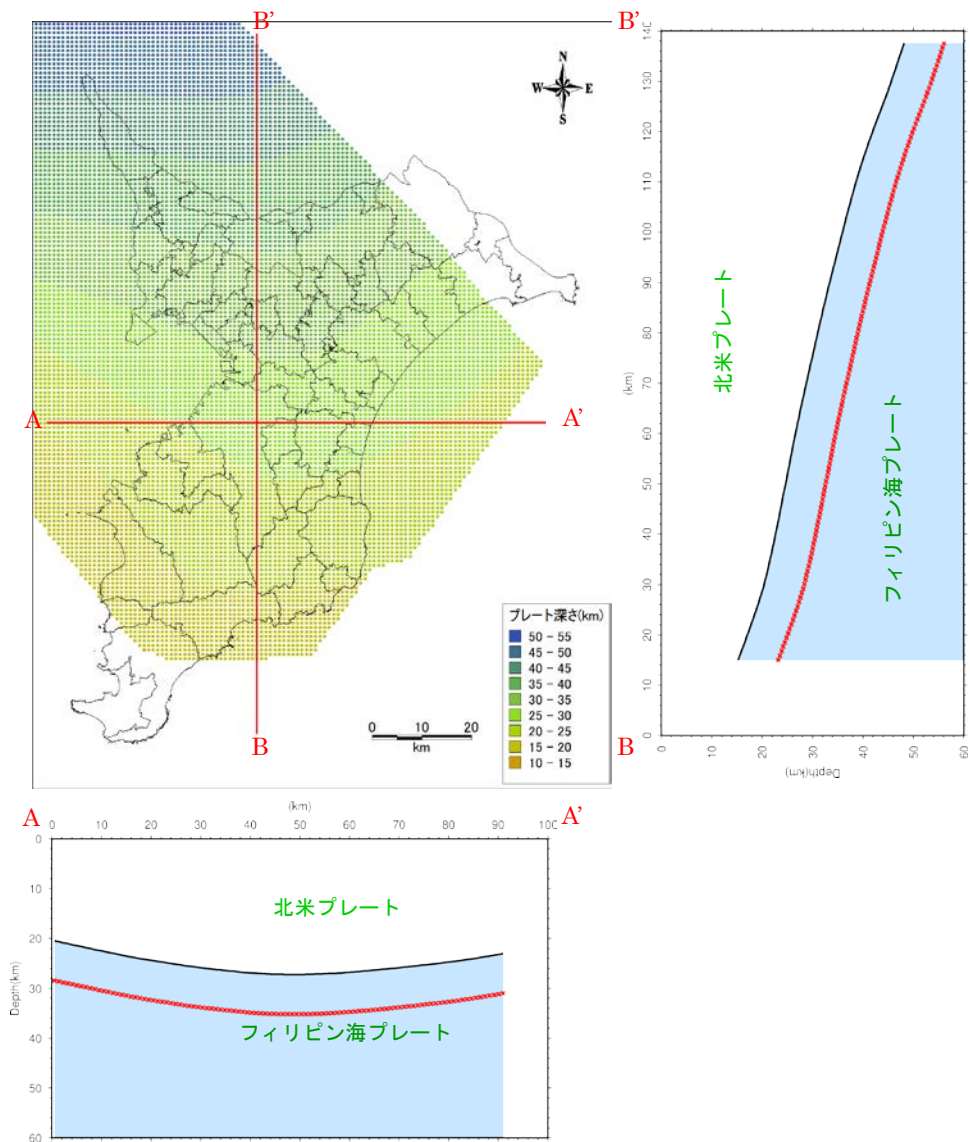


図 3.3.1 防災対策用地震（プレート内）の地震動計算に用いる震源位置とプレート深さⁱ
 （プレート面約 1 km メッシュデータ）
 ○フィリピン海プレート面 ×震源位置（約 1 km メッシュ）

ⁱ 千葉県：千葉県地震被害想定調査（平成 26～27 年度），2015

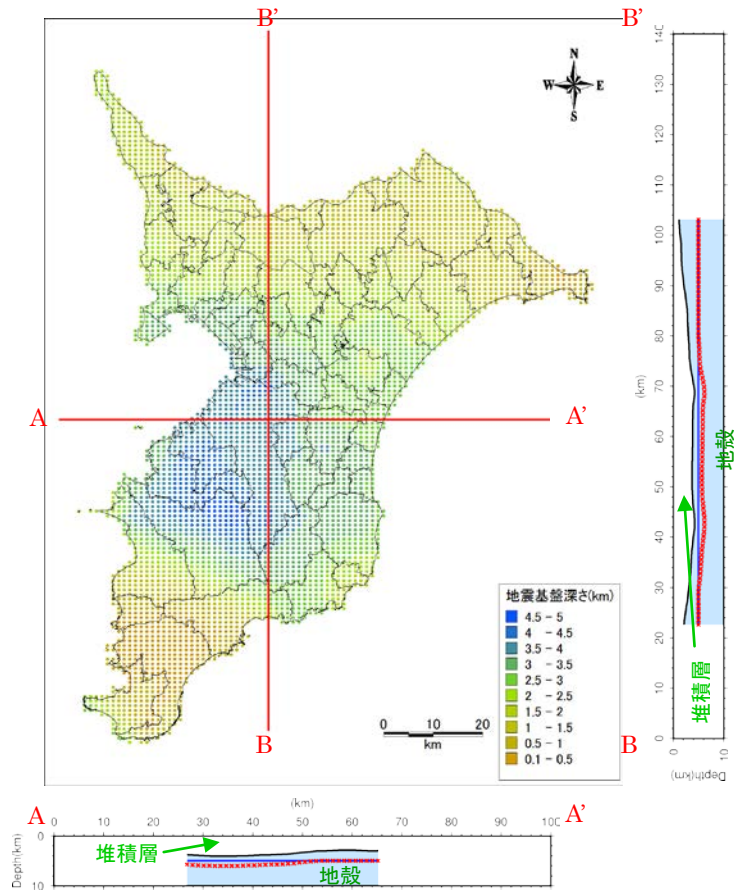


図 3.3.2 防災対策用地震（地殻内）の地震動計算に用いる震源位置と地震基盤深さⁱ
 （地震基盤約 1 km メッシュデータ）
 一地震基盤面 一深さ 5 km ×震源位置（約 1 km メッシュ）

ⁱ 千葉県：千葉県地震被害想定調査（平成 26～27 年度），2015

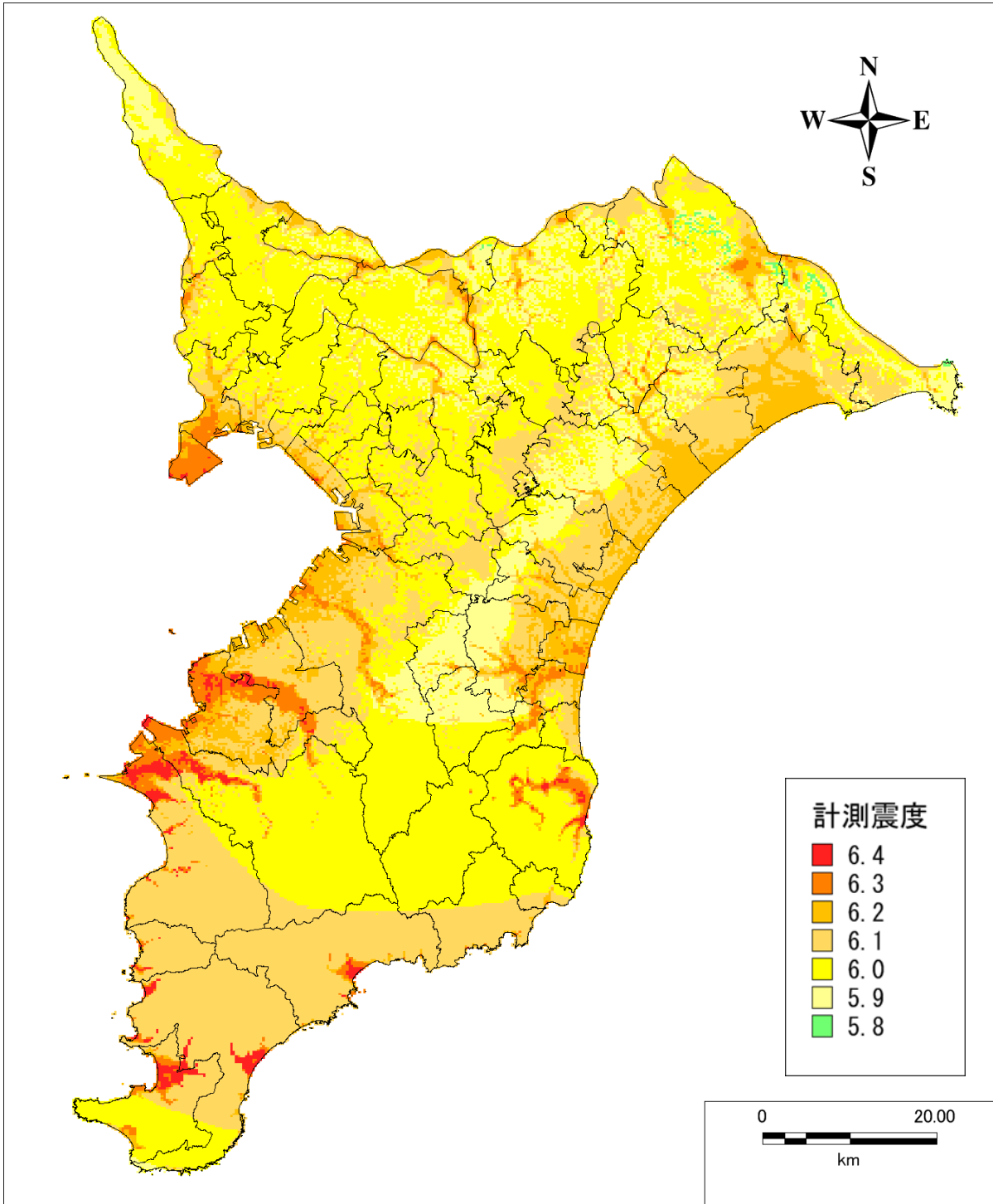


図 3.3.3 フィリピン海プレート内に一律 Mw7.3 の震源を想定した場合の
地表における計測震度分布ⁱ

ⁱ 千葉県：千葉県地震被害想定調査（平成 26～27 年度），2015

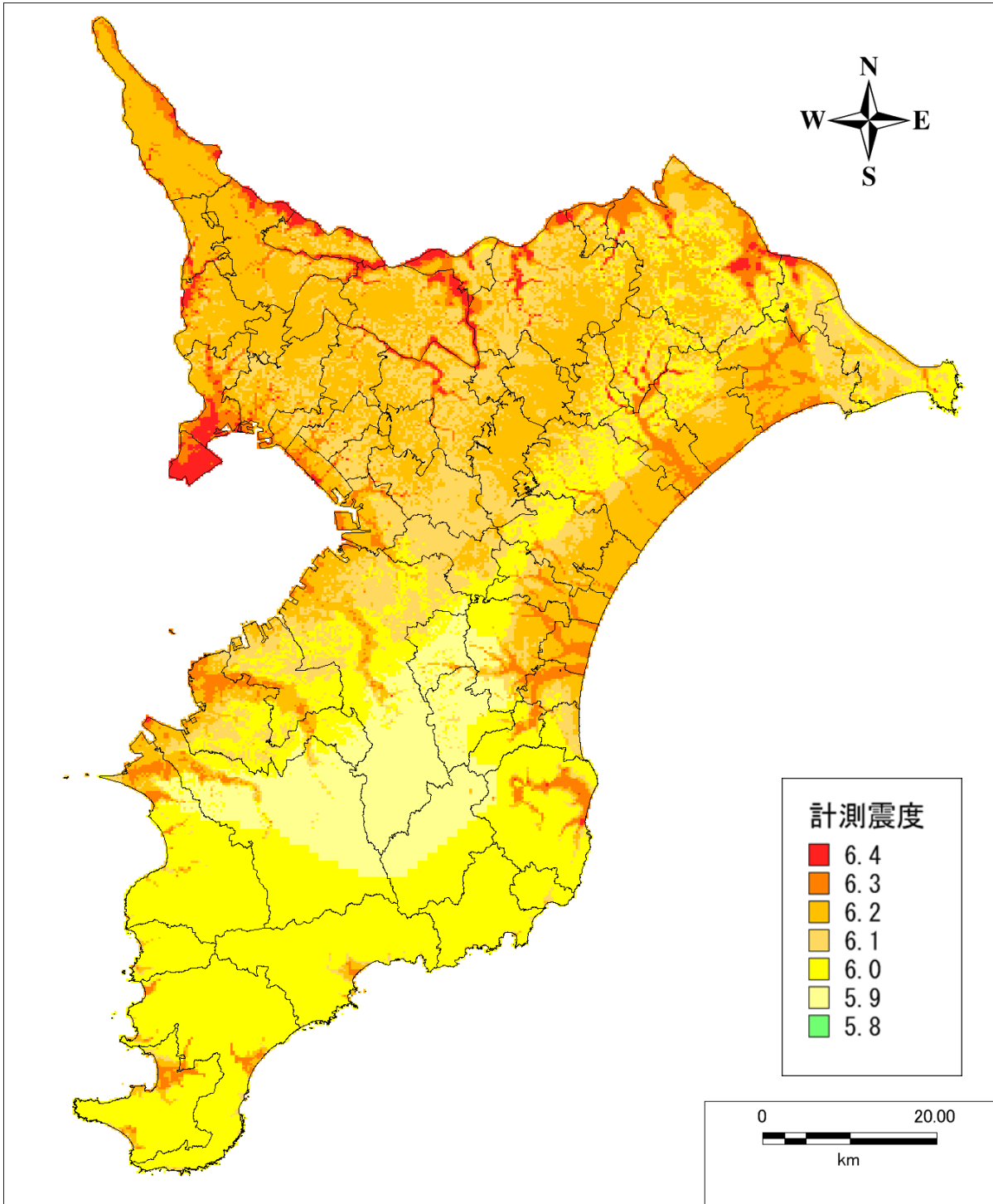


図 3.3.4 地殻内に一律 Mw6.8 の震源を想定した場合の地表における計測震度分布ⁱ

ⁱ 千葉県：千葉県地震被害想定調査（平成 26～27 年度），2015

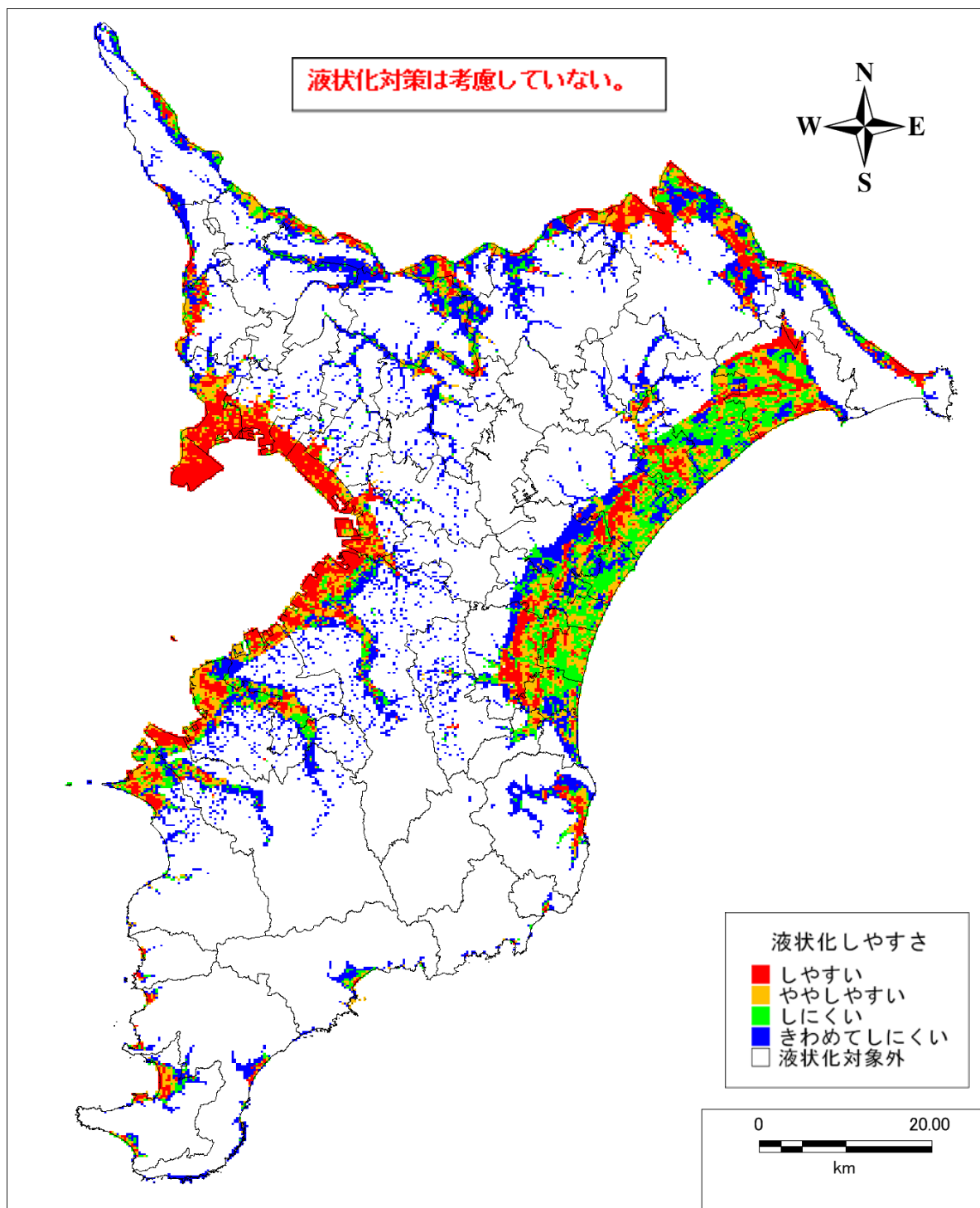


図 3.3.5 液状化しやすさマップ（通常地震・震度 6 強）ⁱ

3.3.2 災害の発生危険度の推定

防災対策用地震による地震動及び液状化しやすさマップによる液状化危険度（通常地震・震度 6 強）を想定し、地区全体の評価（3.2.2 項）と同様に、災害の発生危険度の推定を行う（評価結果については 3.5 項を参照）。

ⁱ 千葉県：千葉県地震被害想定調査（平成 26～27 年度），2015

3.4 災害の影響度の推定

個々の施設の評価では、平常時と同様に災害の発生危険度及び影響度を評価し、両者に基づきリスクマトリックスを作成する。ただし、災害の影響度の算定手法、算定条件はすべて平常時と同じであるため、算定結果は平常時と同じになる（2.4項を参照）。

3.5 総合的な災害危険性の評価

各施設で起こり得る災害事象（ETA で抽出された災害）について、推定した発生危険度と影響度をもとにリスクマトリックス（図 3.5.1）を作成し、石油コンビナート等防災計画において想定すべき災害の検討を行う。

	E	D	C	B	A	合計
I						
II						
III						
IV						
V						
合計						

図 3.5.1 リスクマトリックス（地震時）

*) 災害発生危険度のレベル

A : 10⁻² 程度以上、B : 10⁻³ 程度、C : 10⁻⁴ 程度、D : 10⁻⁵ 程度、E : 10⁻⁶ 程度以下

*) 災害影響度のレベル

影響度 I : 200m～、II : 100～200m、III : 50～100m、IV : 20～50m、V : 0～20m

地震時の災害想定に関して、消防庁指針では、災害発生確率に前提となる地震の発生頻度(*I*年)を掛け合わせて災害発生頻度(*I*年)とし、この値が平常時の安全水準である 10⁻⁶/年以上となる災害を想定することが例示されている。

個々の施設の災害危険性の評価にあたって想定する「防災対策用地震」は、特定の震源を対象としたものではなく、どこでも起こり得る地震としてフィリピン海プレート内及び地殻内に一律に M7 クラスの地震を想定したものであり、地震の発生頻度は評価できない。そこで、地震時における想定災害の抽出基準は平成 21 年度調査ⁱを踏襲することとし、以下のとおりとする。

○第 1 段階の想定災害：災害の発生危険度が B レベル以上(10⁻³以上)の災害

→ 現実的に起こりうると考えて対策を検討しておくべき災害

(地震発生時に 1,000 施設のうち 1 施設で発生すると考えられる災害)

影響度が大きい(I、II レベル)ものは対策上の優先度が高い

○第 2 段階の想定災害：災害の発生危険度が C レベル(10⁻⁴)の災害

→ 発生する可能性が相当に小さい災害を含むが、万一に備え対策を検討しておくべき災害

ⁱ 千葉県石油コンビナート等防災本部：千葉県石油コンビナート等防災アセスメント調査結果報告書，2010

(地震発生時に 10,000 施設のうち 1 施設で発生すると考えられる災害)
影響度が大きい(I、IIレベル)ものは要注意

なお、評価上の発生危険度が極めて小さい、あるいは確率的評価が困難な災害事象であっても、発生したときの影響が甚大な災害については、確率には言及せずに大規模災害として取り上げ、可能なものについては影響評価を行う(第6章)。

以降では、施設種別・災害事象毎のリスクマトリックスを示す。

注 1) 災害の影響度は物理的作用が基準値を超える距離をもとに設定しており、時間的な要素は反映されていない。特に、毒性ガスの少量流出(緊急遮断設備が作動するような短時間の流出)によるガス拡散の場合、算定上の影響度は大きくなるが、影響度算定の基準値としているIDLHは「30分以内に脱出しないと元の健康状態に回復しない濃度」を表すことから、実質的な影響は小さいと考えられる。

注 2) ここで示した災害の発生危険度や影響度は、推定のプロセスにおける不確定要素が大きいことから、絶対的な指標ではなく、相対的な指標として捉えるべきである。特に災害の影響度は、一定の条件のもとでの算定結果に基づくものであり、実際にはここで想定している条件以外での災害が起こり得ることに留意する必要がある。

(1) 京葉臨海北部地区

危険物タンク・流出火災（防災対策用地震）

<小量流出・火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	9	16	6	31
合計	0	0	9	16	6	31

<防油堤内流出・火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	13	17	16	0	46
III	0	19	18	4	0	41
IV	0	2	9	0	0	11
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	34	44	20	0	98

<中量流出・火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	12	5	0	17
V	0	0	7	47	27	81
合計	0	0	19	52	27	98

<防油堤外流出・火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	57	25	16	0	0	98
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	57	25	16	0	0	98

<仕切堤内流出・火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	3	1	0	0	4
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	3	1	0	0	4

ガスタンク・爆発火災（防災対策用地震）

<小量流出・爆発火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	3	3
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	0	0	3	3

<大量流出・爆発火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	2	0	0	0	2
II	0	0	0	0	0	0
III	0	1	0	0	0	1
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	3	0	0	0	3

<中量流出・爆発火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	2	0	0	2
III	0	0	1	0	0	1
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	3	0	0	3

<全量流出・爆発火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	2	0	0	2
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	1	0	0	1
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	3	0	0	3

プラント製造施設・流出火災、爆発火災（防災対策用地震）

<小量流出 流出火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	6	6
合計	0	0	0	0	6	6

<小量流出 爆発・火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	1	0	1
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	0	1	0	1

<ユニット全量流出 流出火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	3	0	3
V	0	0	0	3	0	3
合計	0	0	0	6	0	6

<ユニット全量流出 爆発・火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	1	0	1
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	0	1	0	1

<大量流出 流出火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	3	0	0	3
V	0	0	3	0	0	3
合計	0	0	6	0	0	6

<大量流出 爆発・火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	1	0	0	1
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	1	0	0	1

(2) 京葉臨海中部地区

危険物タンク・流出火災、毒性ガス拡散（防災対策用地震）

<小量流出・火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	310	343	51	704
合計	0	0	310	343	51	704

<小量流出・毒性ガス拡散>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	1	2	3
IV	0	0	0	0	3	3
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	0	1	5	6

<中量流出・火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	22	333	277	5	637
V	0	5	142	243	47	437
合計	0	27	475	520	52	1074

<中量流出・毒性ガス拡散>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	1	3	1	5
IV	0	0	0	3	0	3
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	1	6	1	8

<仕切堤内流出・火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	8	54	132	0	0	194
III	9	140	95	2	0	246
IV	1	80	4	2	0	87
V	0	0	0	0	0	0
合計	18	274	231	4	0	527

<仕切堤内流出・毒性ガス拡散>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	1	0	0	0	1
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	1	0	0	0	1

<防油堤内流出・火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	37	84	0	0	121
II	17	199	203	17	0	436
III	10	206	124	26	0	366
IV	2	109	36	4	0	151
V	0	0	0	0	0	0
合計	29	551	447	47	0	1074

<防油堤内流出・毒性ガス拡散>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	1	5	1	0	7
II	0	0	1	0	0	1
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	1	6	1	0	8

<防油堤外流出・火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	1036	36	2	0	0	1074
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	1036	36	2	0	0	1074

<防油堤外流出・毒性ガス拡散>

	E	D	C	B	A	合計
I	6	2	0	0	0	8
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	6	2	0	0	0	8

ガスタンク・爆発火災、毒性ガス拡散（防災対策用地震）

<小量流出・爆発火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	8	32	3	43
III	0	0	20	169	5	194
IV	0	0	19	72	0	91
V	0	0	3	10	0	13
合計	0	0	50	283	8	341

<小量流出・毒性ガス拡散>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	24	20	44
II	0	0	0	0	2	2
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	0	24	22	46

<中量流出・爆発火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	1	20	0	0	21
II	0	47	113	2	0	162
III	9	21	78	5	0	113
IV	0	10	34	5	0	49
V	0	3	5	0	0	8
合計	9	82	250	12	0	353

<中量流出・毒性ガス拡散>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	10	34	0	1	45
II	0	0	2	0	2	4
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	10	36	0	3	49

<大量流出・爆発火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	18	45	0	0	0	63
II	45	110	0	0	0	155
III	30	53	0	0	0	83
IV	12	26	0	0	0	38
V	0	2	0	0	0	2
合計	105	236	0	0	0	341

<大量流出・毒性ガス拡散>

	E	D	C	B	A	合計
I	10	34	0	0	0	44
II	0	2	2	0	0	4
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	10	36	2	0	0	48

<全量流出・爆発火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	10	53	1	0	0	64
II	18	137	3	0	0	158
III	19	64	7	0	0	90
IV	10	28	1	0	0	39
V	0	2	0	0	0	2
合計	57	284	12	0	0	353

<全量流出・毒性ガス拡散>

	E	D	C	B	A	合計
I	1	31	13	0	0	45
II	0	2	2	0	0	4
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	1	33	15	0	0	49

プラント製造施設・流出火災、爆発火災（防災対策用地震）

<小量流出 流出火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	10	10
V	0	0	0	72	167	239
合計	0	0	0	72	177	249

<小量流出 爆発・火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	44	0	44
III	0	0	0	75	0	75
IV	0	0	0	30	0	30
V	0	0	0	14	0	14
合計	0	0	0	163	0	163

<ユニット全量流出 流出火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	6	0	6
IV	0	0	0	75	0	75
V	0	0	0	168	0	168
合計	0	0	0	249	0	249

<ユニット全量流出 爆発・火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	44	57	0	101
II	0	0	13	12	0	25
III	0	0	13	6	0	19
IV	0	0	9	3	0	12
V	0	0	2	4	0	6
合計	0	0	81	82	0	163

<大量流出 流出火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	6	0	0	6
IV	0	0	75	0	0	75
V	0	0	168	0	0	168
合計	0	0	249	0	0	249

<大量流出 爆発・火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	102	0	0	102
II	0	0	35	0	0	35
III	0	0	19	0	0	19
IV	0	0	7	0	0	7
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	163	0	0	163

プラント製造施設・毒性ガス拡散（防災対策用地震）

<小量流出 毒性拡散>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	3	7	0	10
II	0	0	0	6	0	6
III	0	0	0	1	0	1
IV	0	0	0	3	0	3
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	3	17	0	20

<ユニット全量流出 毒性拡散>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	2	8	0	10
II	0	0	0	6	0	6
III	0	0	0	1	0	1
IV	0	0	0	3	0	3
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	2	18	0	20

<大量流出 毒性拡散>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	4	6	0	0	10
II	0	0	6	0	0	6
III	0	0	1	0	0	1
IV	0	0	3	0	0	3
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	4	16	0	0	20

プラント発電施設・流出火災、爆発火災（防災対策用地震）

<小量流出 流出火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	4	0	4
V	0	0	0	30	0	30
合計	0	0	0	34	0	34

<小量流出 爆発・火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	5	0	5
V	0	0	0	2	0	2
合計	0	0	0	7	0	7

<中量流出 流出火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	1	0	0	0	1
IV	0	6	0	0	0	6
V	0	27	0	0	0	27
合計	0	34	0	0	0	34

<中量流出 爆発・火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	4	0	0	0	4
IV	0	1	0	0	0	1
V	0	2	0	0	0	2
合計	0	7	0	0	0	7

<大量流出 流出火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	1	0	0	0	0	1
IV	6	0	0	0	0	6
V	27	0	0	0	0	27
合計	34	0	0	0	0	34

<大量流出 爆発・火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	4	0	0	0	0	4
IV	1	0	0	0	0	1
V	2	0	0	0	0	2
合計	7	0	0	0	0	7

(3) 京葉臨海南部地区

危険物タンク・流出火災（防災対策用地震）

<小量流出・火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	5	3	0	8
合計	0	0	5	3	0	8

<防油堤内流出・火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	2	0	0	1	0	3
III	1	0	1	1	0	3
IV	0	0	2	0	0	2
V	0	0	0	0	0	0
合計	3	0	3	2	0	8

<中量流出・火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	3	3	2	0	8
合計	0	3	3	2	0	8

<防油堤外流出・火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	8	0	0	0	0	8
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	8	0	0	0	0	8

<仕切堤内流出・火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	0	0	0	0

ガスタンク・爆発火災、毒性ガス拡散（防災対策用地震）

<小量流出・爆発火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	6	6
IV	0	0	4	0	2	6
V	0	0	0	1	8	9
合計	0	0	4	1	16	21

<小量流出・毒性ガス拡散>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	4	4	8
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	0	4	4	8

<中量流出・爆発火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	6	0	0	6
IV	4	0	8	0	0	12
V	0	0	3	0	0	3
合計	4	0	17	0	0	21

<中量流出・毒性ガス拡散>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	2	6	0	0	8
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	2	6	0	0	8

<大量流出・爆発火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	6	0	0	0	6
III	0	2	0	0	0	2
IV	4	9	0	0	0	13
V	0	0	0	0	0	0
合計	4	17	0	0	0	21

<大量流出・毒性ガス拡散>

	E	D	C	B	A	合計
I	2	6	0	0	0	8
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	2	6	0	0	0	8

<全量流出・爆発火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	5	1	0	0	6
III	0	2	0	0	0	2
IV	4	9	0	0	0	13
V	0	0	0	0	0	0
合計	4	16	1	0	0	21

<全量流出・毒性ガス拡散>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	2	6	0	0	8
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	2	6	0	0	8

プラント製造施設・流出火災、発電施設・流出火災（防災対策用地震）

製造施設

<小量流出 流出火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	6	6
合計	0	0	0	0	6	6

発電施設

<小量流出 流出火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	4	0	4
合計	0	0	0	4	0	4

<ユニット全量流出 流出火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	6	0	6
合計	0	0	0	6	0	6

<中量流出 流出火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	3	0	0	3
V	0	0	1	0	0	1
合計	0	0	4	0	0	4

<大量流出 流出火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	6	0	0	6
合計	0	0	6	0	0	6

<大量流出 流出火災>

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	3	0	0	0	0	3
V	1	0	0	0	0	1
合計	4	0	0	0	0	4

