

東海第二発電所 審査資料

資料番号 G-1-001(改1)

提出年月日 2022年7月8日

東海第二発電所
発電用原子炉設置変更許可申請の概要
【有毒ガス防護について】

2022年7月8日

日本原子力発電株式会社

本資料のうち、の内容は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

目次

1. 有毒ガス防護に係る規制の概要
2. 今回の申請における変更内容
3. 有毒ガス防護に係る妥当性確認の流れ
4. 評価に当たって行う事項
5. スクリーニング評価
6. 有毒ガス防護に対する妥当性の判断
7. まとめ

1. 有毒ガス防護に係る規制の概要

平成29年4月5日，原子力規制委員会にて，以下に示す規則等が改正されるとともに，「有毒ガス防護に係る影響評価ガイド」が制定され，5月1日に施行された。規則等の改正は，原子炉制御室，緊急時対策所，緊急時制御室及び技術的能力審査基準で規定する手順書の整備に関するものである。

【規則等改正箇所】

- ・設置許可基準規則第二十六条，同規則解釈第26条
- ・設置許可基準規則第三十四条，同規則解釈第34条
- ・設置許可基準規則解釈第42条
- ・SA技術的能力審査基準1.0解釈

当該の規則改正においては，有毒ガスが発生した場合に，必要な地点にとどまり対処する要員の事故対処能力を確保する目的で，有毒ガス対応に必要な手順の整備や，要員の吸気中の有毒ガス濃度が防護判断基準値を超えるような場合に，検出装置や警報装置を設置することが求められた。

有毒ガス防護対象者は，設計基準事故時及び重大事故時（大規模損壊時を含む。）に有毒ガスから防護される必要がある。

有毒ガスに対する防護の妥当性については，「有毒ガス防護に係る影響評価ガイド」を参照し，判断することとした。

次ページ以降に，今回の改正規則等の要求のうち，原子炉制御室及び緊急時対策所への対応状況を説明する。

1. 有毒ガス防護に係る規制の概要

◆ 原子炉制御室等に関する改正（設置許可基準規則第二十六条，同規則解釈第26条）

	改正後	改正法令に係る適合方針
設置許可基準規則	<p>（原子炉制御室等） 第二十六条（略） 1～2（略）</p> <p>3 一次冷却系統に係る発電用原子炉施設の損壊又は故障その他の異常が発生した場合に発電用原子炉の運転の停止その他の発電用原子炉施設の安全性を確保するための措置をとるため、従事者が支障なく原子炉制御室に入り、又は一定期間とどまり、かつ、当該措置をとるための操作を行うことができるよう、次の各号に掲げる場所の区分に応じ、当該各号に定める設備を設けなければならない。</p> <p>一 <u>原子炉制御室及びその近傍並びに有毒ガスの発生源の近傍工場等内における有毒ガスの発生を検出するための装置及び当該装置が有毒ガスの発生を検出した場合に原子炉制御室において自動的に警報するための装置</u></p> <p>二（略）</p>	<p>万一事故が発生した際には、中央制御室内の運転員に対し、有毒ガスの発生に関して、有毒ガスが中央制御室の運転員に及ぼす影響により、運転員の対処能力が著しく低下しないよう、運転員が中央制御室内にとどまり、事故対策に必要な各種の操作を行うことができる設計とする。</p> <p>想定される有毒ガスの発生において、有毒ガスが運転員に及ぼす影響により、運転員の対処能力が著しく低下し、安全施設の安全機能が損なわれることがない設計とする。そのために、敷地内外において貯蔵施設に保管されている有毒ガスを発生させるおそれのある有毒化学物質（以下「固定源」という。）及び敷地内において輸送手段の輸送容器に保管されている有毒ガスを発生させるおそれのある有毒化学物質（以下「可動源」という。）それぞれに対して有毒ガスが発生した場合の影響評価（以下「有毒ガス防護に係る影響評価」という。）を実施する。固定源に対しては、運転員の吸気中の有毒ガス濃度の評価結果が、有毒ガス防護のための判断基準値を下回ることにより、運転員を防護できる設計とする。可動源に対しては、中央制御室換気系の隔離等の対策により、運転員を防護できる設計とする。</p>
設置許可基準規則解釈	<p>1～4（略）</p> <p>5 第3項に規定する「従事者が支障なく原子炉制御室に入り、又は一定期間とどまり」とは、事故発生後、事故対策操作をすべき従事者が原子炉制御室に接近できるよう通路が確保されていること、及び従事者が原子炉制御室に適切な期間滞在できること、並びに従事者の交替等のため接近する場合においては、放射線レベルの減衰及び時間経過とともに可能となる被ばく防護策が採り得ることをいう。「<u>当該措置をとるための操作を行うことができる</u>」には、<u>有毒ガスの発生に関して、有毒ガスが原子炉制御室の運転員に及ぼす影響により、運転員の対処能力が著しく低下し、安全施設の安全機能が損なわれることがないことを含む。</u></p> <p>6 第3項第1号に規定する「<u>有毒ガスの発生源</u>」とは、<u>有毒ガスの発生時において、運転員の対処能力が損なわれるおそれがあるものをいう。「工場等内における有毒ガスの発生」とは、有毒ガスの発生源から有毒ガスが発生することをいう。</u></p>	

下線部：改正箇所

1. 有毒ガス防護に係る規制の概要

◆ 緊急時対策所に関する改正(設置許可基準規則第三十四条, 同規則解釈第34条)

	改正後	改正法令に係る適合方針
設置許可基準規則	<p>(緊急時対策所) 第三十四条 (略)</p> <p><u>2 緊急時対策所及びその近傍並びに有毒ガスの発生源の近傍には、有毒ガスが発生した場合に適切な措置をとるため、工場等内における有毒ガスの発生を検出するための装置及び当該装置が有毒ガスの発生を検出した場合に緊急時対策所において自動的に警報するための装置その他の適切に防護するための設備を設けなければならない。</u></p>	<p>緊急時対策所は、有毒ガスが緊急時対策所の重大事故等に対処するために必要な指示を行う要員に及ぼす影響により、当該要員の対処能力が著しく低下しないよう、当該要員が緊急時対策所内にとどまり、事故対策に必要な各種の指示・操作を行うことができる設計とする。</p>
設置許可基準規則解釈	<p><u>1 第2項に規定する「有毒ガスの発生源」とは、有毒ガスの発生時において、指示要員の対処能力が損なわれるおそれがあるものをいう。「有毒ガスが発生した場合」とは、有毒ガスが緊急時対策所の指示要員に及ぼす影響により、指示要員の対処能力が著しく低下し、安全施設の安全機能が損なわれるおそれがあることをいう。</u></p>	<p>想定される有毒ガスの発生において、有毒ガスが当該要員に及ぼす影響により、当該要員の対処能力が著しく低下し、安全施設の安全機能が損なわれることがない設計とする。そのために、有毒ガス防護に係る影響評価を実施する。固定源に対しては、当該要員の吸気中の有毒ガス濃度の評価結果が、有毒ガス防護のための判断基準値を下回ることであり、当該要員を防護できる設計とする。また、可動源に対しては、緊急時対策所換気設備の隔離等の対策により、当該要員を防護できる設計とする。</p>

下線部:改正箇所

1. 有毒ガス防護に係る規制の概要

◆ 技術的能力審査基準要求事項の解釈に関する改正

	改正後	改正法令に係る適合方針
技術的能力審査基準要求事項の解釈	<p>1 手順書の整備は、以下によること。</p> <p>a)～f) (略)</p> <p>g) <u>有毒ガス発生時の原子炉制御室及び緊急時制御室の運転員、緊急時対策所において重大事故等に対処するために必要な要員並びに重大事故等対処上特に重要な操作(常設設備と接続する屋外に設けられた可搬型重大事故等対処設備(原子炉建屋の外から水又は電力を供給するものに限る。))の接続をいう。)</u>を行う要員(以下「<u>運転・対処要員</u>」という。)の防護に関し、次の①から③に掲げる措置を講じることが定める方針であること。</p> <p>① <u>運転・対処要員の吸気中の有毒ガス濃度を有毒ガス防護のための判断基準値以下とするための手順を整備すること。</u></p> <p>② <u>予期せぬ有毒ガスの発生に対応するため、原子炉制御室及び緊急時制御室の運転員並びに緊急時対策所において重大事故等に対処するために必要な指示を行う要員のうち初動対応を行う者に対する防護具の着用等運用面の対策を行うこと。</u></p> <p>③ <u>設置許可基準規則第62条等に規定する通信連絡設備により、有毒ガスの発生を原子炉制御室又は緊急時制御室の運転員から、当該運転員以外の運転・対処要員に知らせること。</u></p> <p>2 (略)</p> <p>3 体制の整備は、以下によること。</p> <p>a)～k) (略)</p> <p>l) <u>運転・対処要員の防護に関し、次の①及び②に掲げる措置を講じることが定める方針であること。</u></p> <p>① <u>運転・対処要員の吸気中の有毒ガス濃度を有毒ガス防護のための判断基準値以下とするための体制を整備すること。</u></p> <p>② <u>予期せぬ有毒ガスの発生に対応するため、原子炉制御室及び緊急時制御室の運転員並びに緊急時対策所において重大事故等に対処するために必要な指示を行う要員のうち初動対応を行う者に対する防護具の配備等を行うこと。</u></p>	<p>有毒ガス発生時に、事故対策に必要な各種の指示・操作を行うことができるよう、運転員及び災害対策要員(運転員を除く。)の吸気中の有毒ガス濃度を有毒ガス防護のための判断基準値以下とするための手順を整備する。固定源に対しては、運転員及び災害対策要員(運転員を除く。)の吸気中の有毒ガス濃度を有毒ガス防護のための判断基準値を下回るようにする。可動源に対しては、換気空調設備の隔離等により、運転員及び災害対策要員(運転員を除く。)のうち重大事故等に対処するために必要な指示を行う要員が事故対策に必要な各種の指示・操作を行うことができるようにする。</p> <p>予期せぬ有毒ガスの発生においても、運転員及び災害対策要員(運転員を除く。)のうち初動対応を行う要員が防護具を着用することにより、事故対策に必要な各種の指示・操作を行うことができるよう手順を整備する。</p> <p>有毒ガスの発生による異常を検知した場合、当直発電長に連絡し、当直発電長が通信連絡設備により、発電所内の必要な要員に有毒ガスの発生を周知する手順を整備する。</p> <p>有毒ガス発生時に、事故対策に必要な各種の指示・操作を行うことができるように、運転員及び災害対策要員(運転員を除く。)の吸気中の有毒ガス濃度を有毒ガス防護のための判断基準値以下とするための体制を整備する。固定源に対しては、運転員及び災害対策要員(運転員を除く。)の吸気中の有毒ガス濃度を有毒ガス防護のための判断基準値を下回るようにする。可動源に対しては、換気空調設備の隔離等により、運転員及び災害対策要員(運転員を除く。)のうち重大事故等に対処するために必要な指示を行う要員が事故対策に必要な各種の指示・操作を行うことができるようにする。</p> <p>予期せぬ有毒ガスの発生においても、運転員及び災害対策要員(運転員を除く。)のうち初動対応を行う要員に対して防護具を配備することにより、事故対策に必要な各種の指示・操作を行うことができるよう体制を整備する。</p>

下線部:改正箇所

2. 今回の申請における変更範囲

- ◆ 東海第二発電所について、有毒ガス防護に係る規則等改正を踏まえた今回の発電用原子炉設置変更許可申請の内容は以下のとおり。

変更箇所	変更内容
本文五号	中央制御室及び緊急時対策所について、有毒ガス防護に係る設計方針を「口発電用原子炉施設の一般構造」、「へ計測制御系統施設の構造及び設備」及び「又その他の発電用原子炉の附属施設の構造及び設備」に追加
本文十号	有毒ガス発生時及び予期せぬ有毒ガス発生時における各要員の対応等に係る手順・体制の整備に係る方針を「ハ重大事故に至るおそれがある事故又は重大事故 事故に対処するために必要な施設及び体制並びに発生すると想定される事故の程度及び影響の評価を行うために設定した条件及びその評価の結果」に追加

【変更する添付書類】

変更箇所	変更内容
添付書類五	技術的能力に関する説明について、組織体制、技術者数等を最新の状況に更新（技術的能力審査指針への適合性については、49, 50ページ参照）
添付書類八	有毒ガス防護に係る規則改正を踏まえた設計方針等について記載を追加
添付書類十	有毒ガス防護に係る技術的能力審査基準改正を踏まえた手順書・体制の整備に関する記載を追加
添付書類十一	有毒ガス防護に係る「設置許可申請に当たって実施した設計活動に係る品質管理の実績」及び「組織等」を記載

また、原子炉等規制法第43条の3の6第1項第1号（平和目的）への適合に係る状況については、既許可からの変更はない。

3. 有毒ガス防護に係る妥当性確認の流れ

◆ 「有毒ガス防護に係る影響評価ガイド」(以下「ガイド」という)では右のフローに基づき、固定源及び可動源の調査や防護判断基準値の設定を行い、防護判断基準値を超えているか否かを確認するスクリーニング評価※1を実施し、対象発生源※2を特定した上で影響評価と必要な対策を行うことが求められている。
(ガイド2.のとおり)

◆ 東海第二発電所における固定源※3に対しては、スクリーニング評価の結果より、防護判断基準値を下回ることから、対象発生源がないことを確認した。可動源※4に対しては、スクリーニング評価を行わず、対象発生源として対策をとることとした。

	原子炉 制御室	緊急時 対策所	緊急時 制御室	重要操作 地点
敷地内固定源	○	○	○	△
敷地外固定源	△	△	△	×
敷地内可動源	△	△	△	×

【凡例】
○：スクリーニング評価が必要
△：スクリーニング評価を行わず、対象発生源として対策を行ってもよい。
×：スクリーニング評価は不要

□：当社がスクリーニング評価を実施した項目
(ガイド4.への対応)

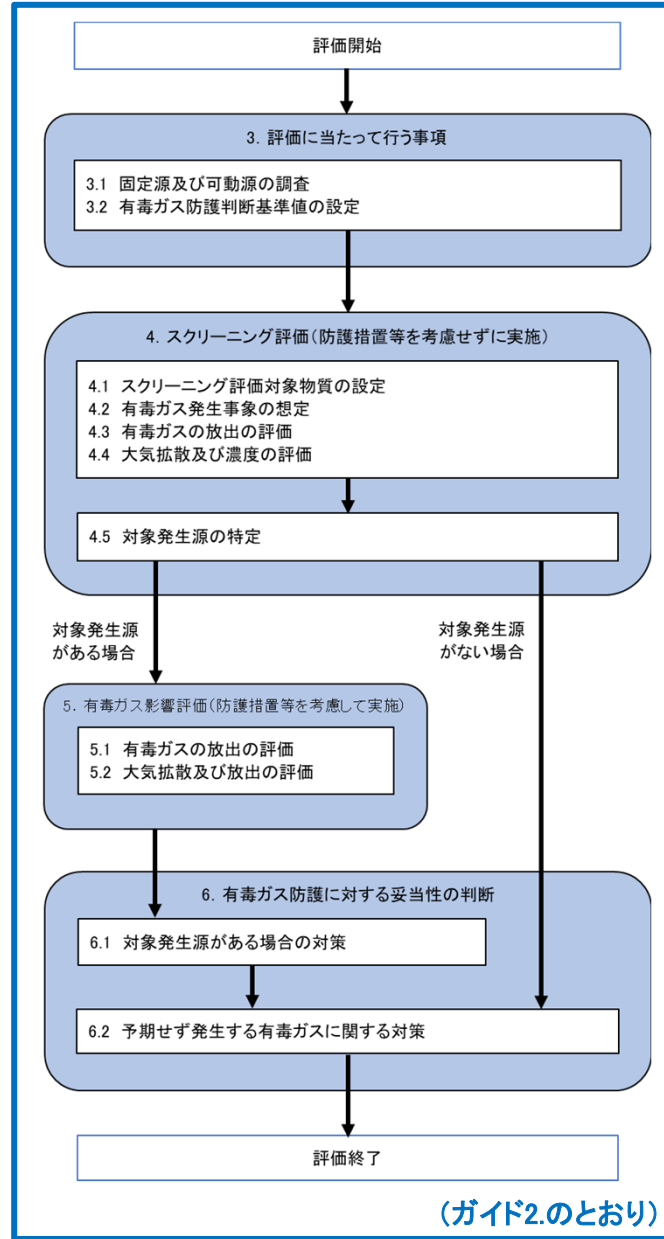
◆ さらに予期せず発生する有毒ガスに関する対策として、防護具等の配備等を実施することとした。
(ガイド6.2への対応)

※1：対象発生源を特定するために行う、中央制御室等の運転員の吸気中の有毒ガス濃度の評価(防護措置を考慮しない)
(ガイド2., 3.1(解説-5)のとおり)

※2：有毒ガス防護対象者の吸気中の有毒ガス濃度の評価値が、有毒ガス防護判断基準値を超える発生源
(ガイド2.のとおり)

※3：敷地内外において貯蔵施設(例えば、貯蔵タンク、配管ライン等)に保管されている、有毒ガスを発生させるおそれのある有毒化学物質をいう。

※4：敷地内において輸送手段(例えば、タンクローリー等)の輸送容器に保管されている、有毒ガスを発生させるおそれのある有毒化学物質をいう。
(ガイド1.3のとおり)



4. 評価に当たって行う事項(固定源及び可動源の調査)

女川と同じ
考え方

◆ 調査対象とする有毒化学物質について

(ガイド3.1への対応)

ガイド3.1(1)では、調査対象とする有毒化学物質を示すことが求められている。一方、ガイド3.1(2)では、有毒化学物質を調査対象外とする場合に、その根拠の説明を求めているため、ガイド3.1における調査対象とする有毒化学物質を定義する必要がある。

ガイド3.1における調査対象とする有毒化学物質は、ガイド1.3の有毒化学物質の定義に基づき、人に対する悪影響を考慮した上で、参照する情報源を整理し、以下のとおり定義し、調査を行った。

有毒化学物質：国際化学安全性カード等において、人に対する悪影響が示されている物質
(ガイド1.3抜粋)

人に対する悪影響

ガイドの定義や防護判断基準値として参照が求められているIDLH等の内容(下記参照)から判断し、ガイドにおける有毒化学物質の対象として、中枢神経影響等の急性毒性影響を有する有毒化学物質を主体に調査した。

- 有毒ガスの急性ばく露に関し、中枢神経等への影響(運転・対処要員の対処能力に支障を来さないこと)を考慮したものであること(ガイド1.3(13))
- IDLH: 米国NIOSHが定める急性の毒性限度(ガイド1.3(1))
- 最大許容濃度: 短時間で発現する刺激、中枢神経抑制等の生体影響を主とすることから勧告されている値(ガイド脚注12)

⇒ 運転・対処要員の対処能力を損なう要因として、中枢神経影響だけでなく、急性の致死影響及び呼吸障害(呼吸器への影響)も考慮した。

参照する情報源

- 国際化学安全性カード(ICSC)による情報を主たる情報源とした。
- ICSCにない有毒化学物質を補完するために、以下の2種類の情報源を追加し、網羅性を確保した。
 - ・急性毒性の観点から、国内法令で規制されている物質
 - ・化学物質の有害性評価等の世界標準システム(GHS)で作成されたデータベース

(詳細は、補足説明資料 別紙2を参照)

4. 評価に当たって行う事項(固定源及び可動源の調査)

参照する各情報源において、『人に対する悪影響』(急性毒性影響)のある有毒化学物質として、急性毒性(致死)影響物質, 中枢神経影響物質, 呼吸器障害の原因となるおそれがある物質を, 図1のように網羅的に抽出し, 調査の対象とした。

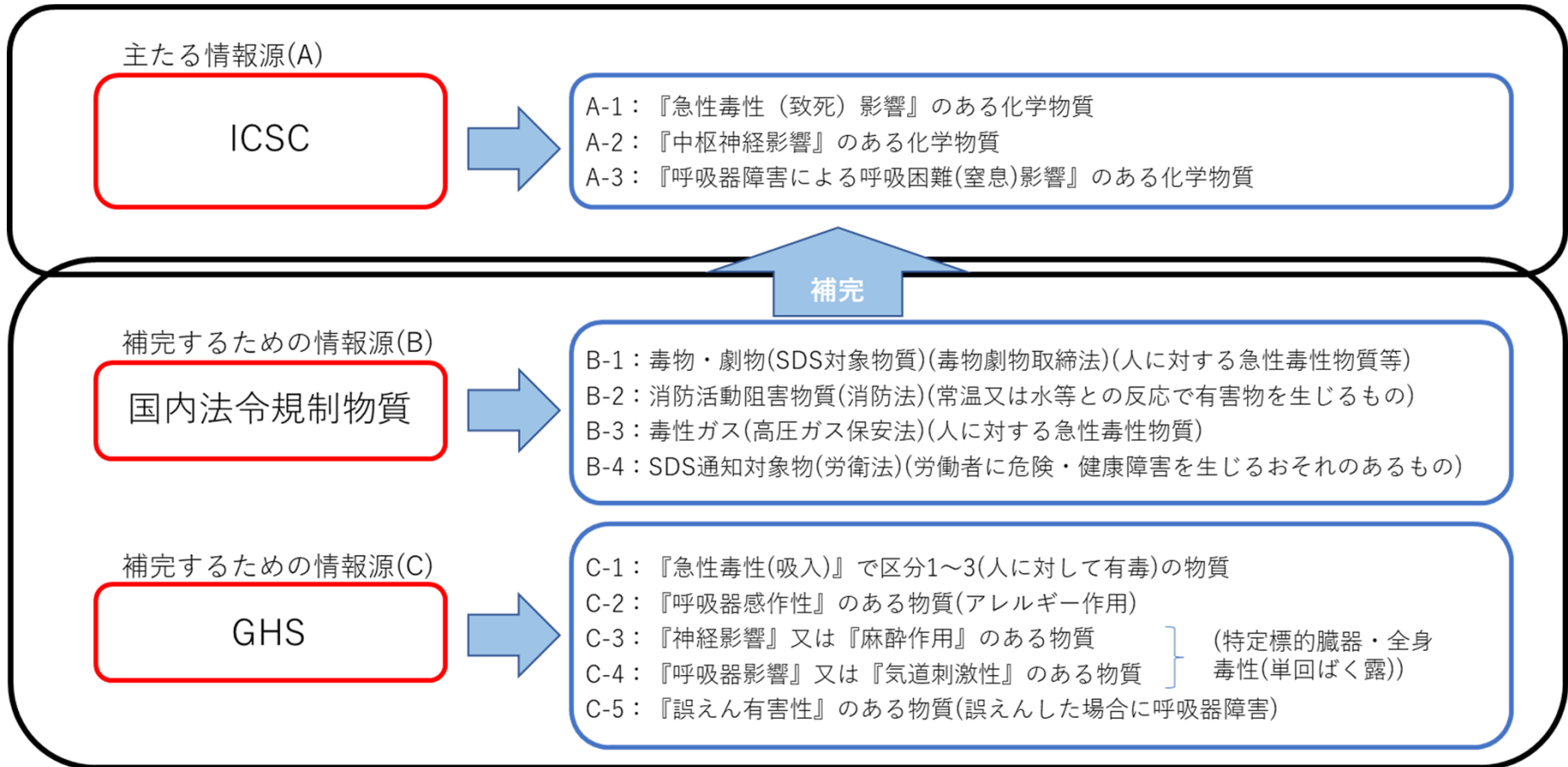


図1 各情報源における急性毒性影響

(ガイド3.1への対応)

(詳細は, 補足説明資料 別紙2を参照)

4. 評価に当たって行う事項(固定源及び可動源の調査)

◆ 敷地内固定源及び可動源の調査

固定源及び可動源の調査では、ガイド3.1のとおり、敷地内に保管、輸送される全ての有毒化学物質を調査対象とする必要があることから、図2のフローに基づき調査を行い、東海第二発電所で使用される全ての有毒化学物質を敷地内固定源又は可動源として抽出した。

なお、一部の敷地を共有している東海発電所においては、敷地内に有毒化学物質がないことを確認した。

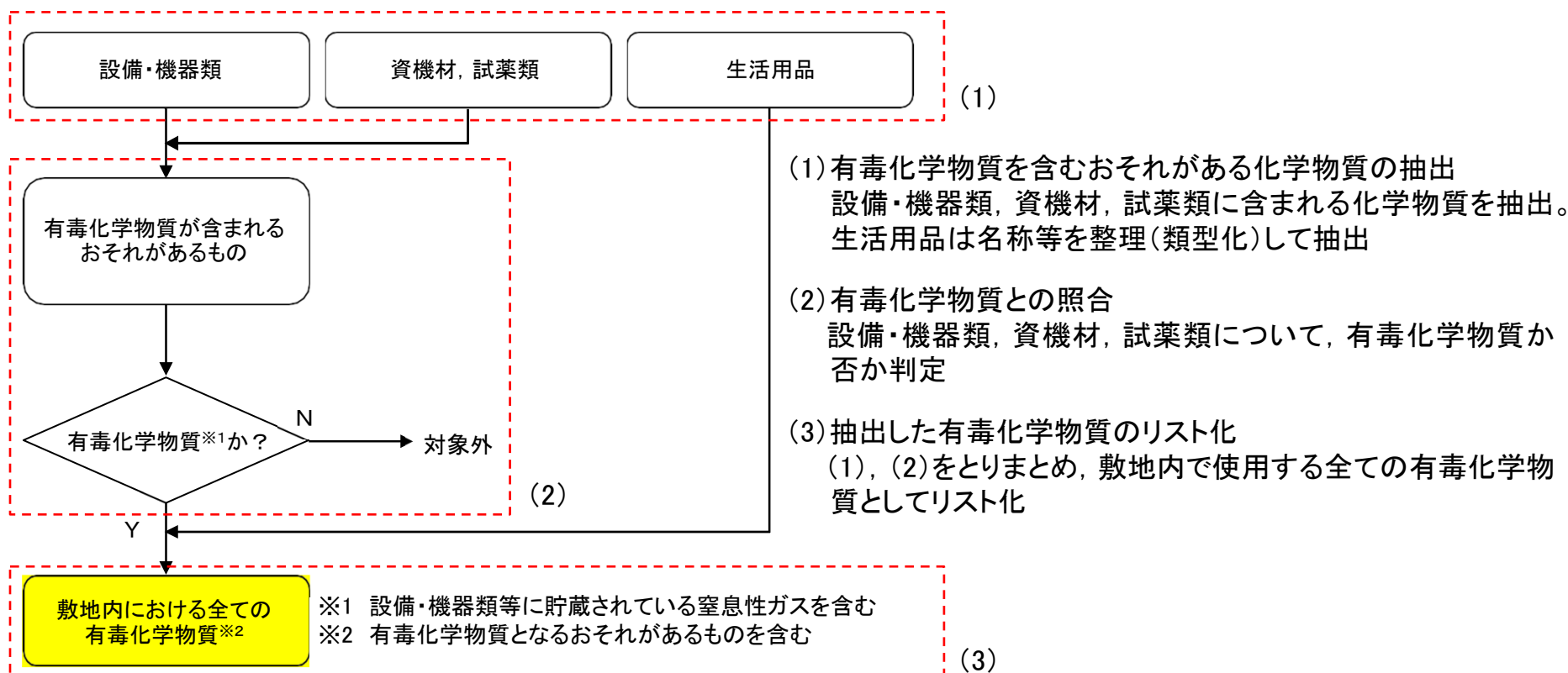


図2 有毒化学物質の抽出フロー

4. 評価に当たって行う事項(固定源及び可動源の調査)

◆ 敷地外固定源の調査

敷地外固定源については、地域防災計画のみではなく、貯蔵量等に係る届出義務のある法律を対象に、届出情報の開示請求を実施することで調査した。具体的には「毒物及び劇物取締法」、「消防法」、「高圧ガス保安法」及び「ガス事業法」を対象に調査を実施した。

表1 届出情報の開示請求を実施する法律の選定結果

法律名	貯蔵量等に係る届出義務	開示請求の対象選定	法律名	貯蔵量等に係る届出義務	開示請求の対象選定
化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律	×	×	地球温暖化対策の推進に関する法律	×	×
特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律	×	×	食品衛生法	×	×
毒物及び劇物取締法	○	○	水道法	×	×
環境基本法	×	×	医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律	×	×
大気汚染防止法	×	×	建築基準法	×	×
水質汚濁防止法	×	×	有害物質を含有する家庭用品の規制に関する法律	×	×
土壌汚染対策法	×	×	労働安全衛生法	×	×
農薬取締法	×	×	肥料の品質の確保等に関する法律	×	×
悪臭防止法	×	×	麻薬及び向精神薬取締法	○	×※1
廃棄物の処理及び清掃に関する法律	×	×	覚醒剤取締法	○	×※1
下水道法	×	×	消防法	○	○
海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律	×	×	飼料の安全性の確保及び品質の改善に関する法律	×	×
ダイオキシン類対策特別措置法	×	×	放射性同位元素等の規制に関する法律	○	×※2
ポリ塩化ビフェニル廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法	×	×	高圧ガス保安法	○	○
特定物質等の規制等によるオゾン層の保護に関する法律	×	×	液化石油ガスの保安の確保及び取引の適正化に関する法律	○	×※3
フロン類の使用の合理化及び管理の適正化に関する法律	×	×	ガス事業法	○	○※4
			石油コンビナート等災害防止法	○	×※5

※1 貯蔵量の届出義務はあるが、化学物質の使用禁止を目的とした法令であり、主に医療用、研究用などに限定され、取扱量は少量と想定されるため対象外とした。

※2 貯蔵量の届出義務はあるが、対象が放射性同位元素の放射能であることから対象外とした。

※3 貯蔵量の届出義務はあるが、人の健康の保護を目的とした法令ではなく、急性毒性に係る情報もないことから対象外とした。

※4 都市ガスに係る法律。ガス製造事業者は資源エネルギー庁のホームページ「ガス製造事業者一覧」にて確認した。

※5 敷地外固定源に係る調査対象範囲外であることから対象外とした。

4. 評価に当たって行う事項(固定源及び可動源の調査)

◆ 調査対象の固定源及び可動源の特定

抽出した固定源及び可動源について、図3のフローに基づき調査対象とする固定源及び可動源を特定した。調査対象とする固定源及び可動源の特定に当たっては、ガイド「(解説-4)調査対象外とする場合」を考慮し、調査対象外とする固定源及び可動源を(1)~(5)のとおり整理した。

また、生活用品として一般に使用されるもの及び製品性状により影響がないことが明らかなものについては、運転・対処要員に影響を与える観点で考慮不要と考えられることから調査対象外とした。

調査対象とする固定源及び可動源の特定フローを次ページに示す。

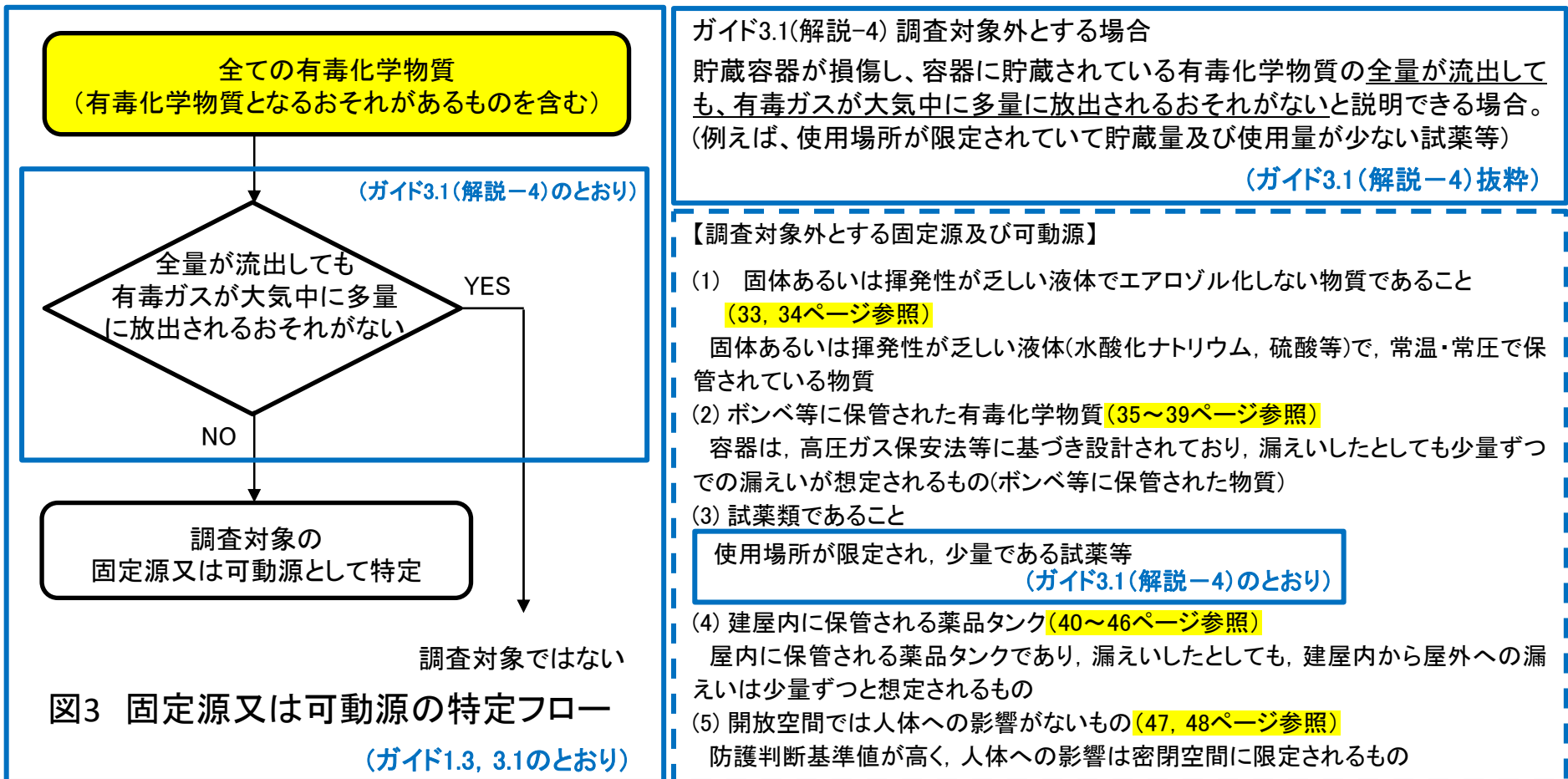


図3 固定源又は可動源の特定フロー
(ガイド1.3, 3.1のとおり)

4. 評価に当たって行う事項(固定源及び可動源の調査)

女川と同じ
考え方

◆ 調査対象の固定源特定フロー

調査対象とする固定源は、図4のフローに基づき特定した。

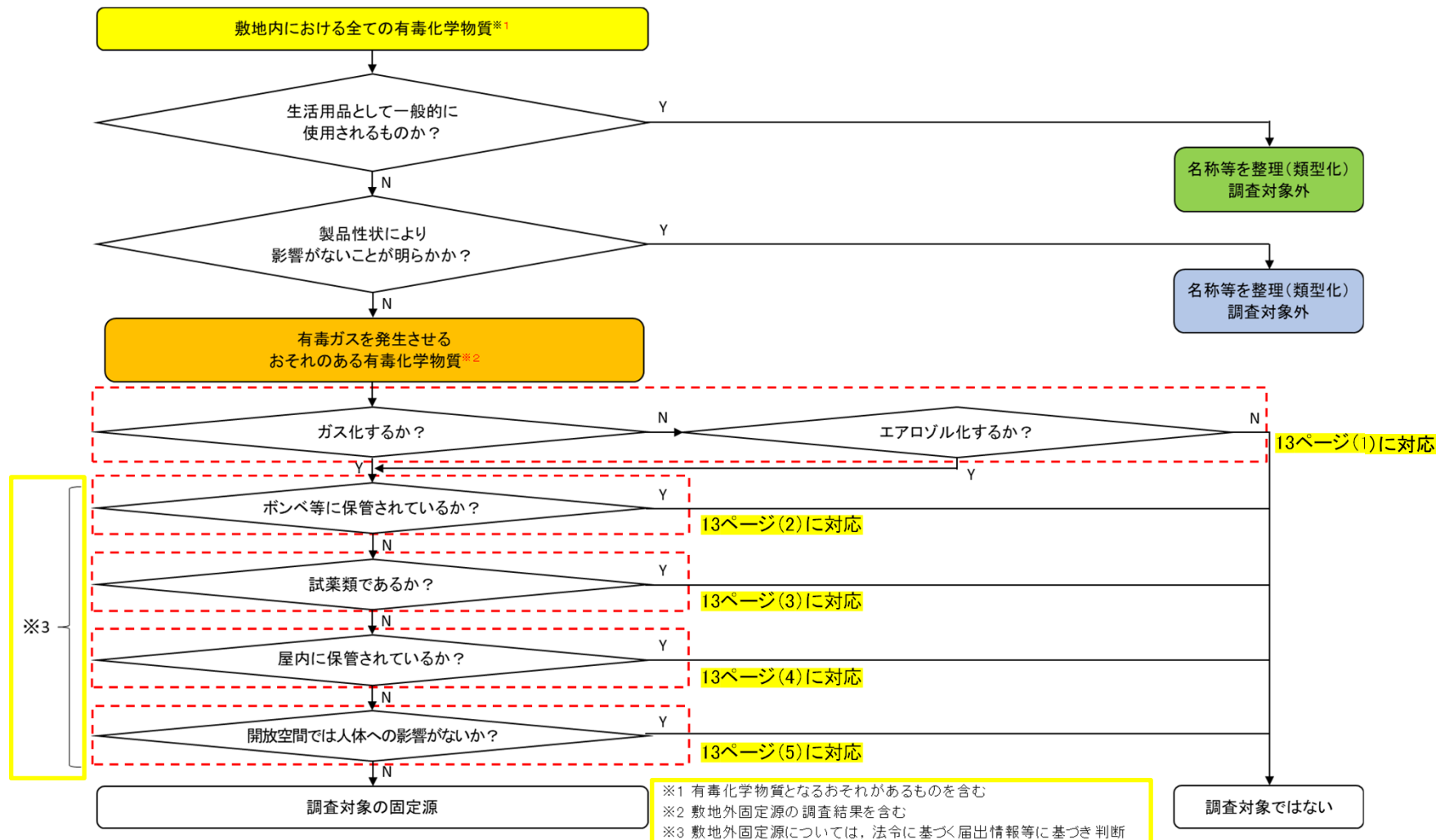


図4 固定源の特定フロー

(詳細は、補足説明資料 3.1を参照)

4. 評価に当たって行う事項(固定源及び可動源の調査)

女川と同じ
考え方

◆ 調査対象の可動源特定フロー

調査対象とする可動源は、図5のフローに基づき特定した。

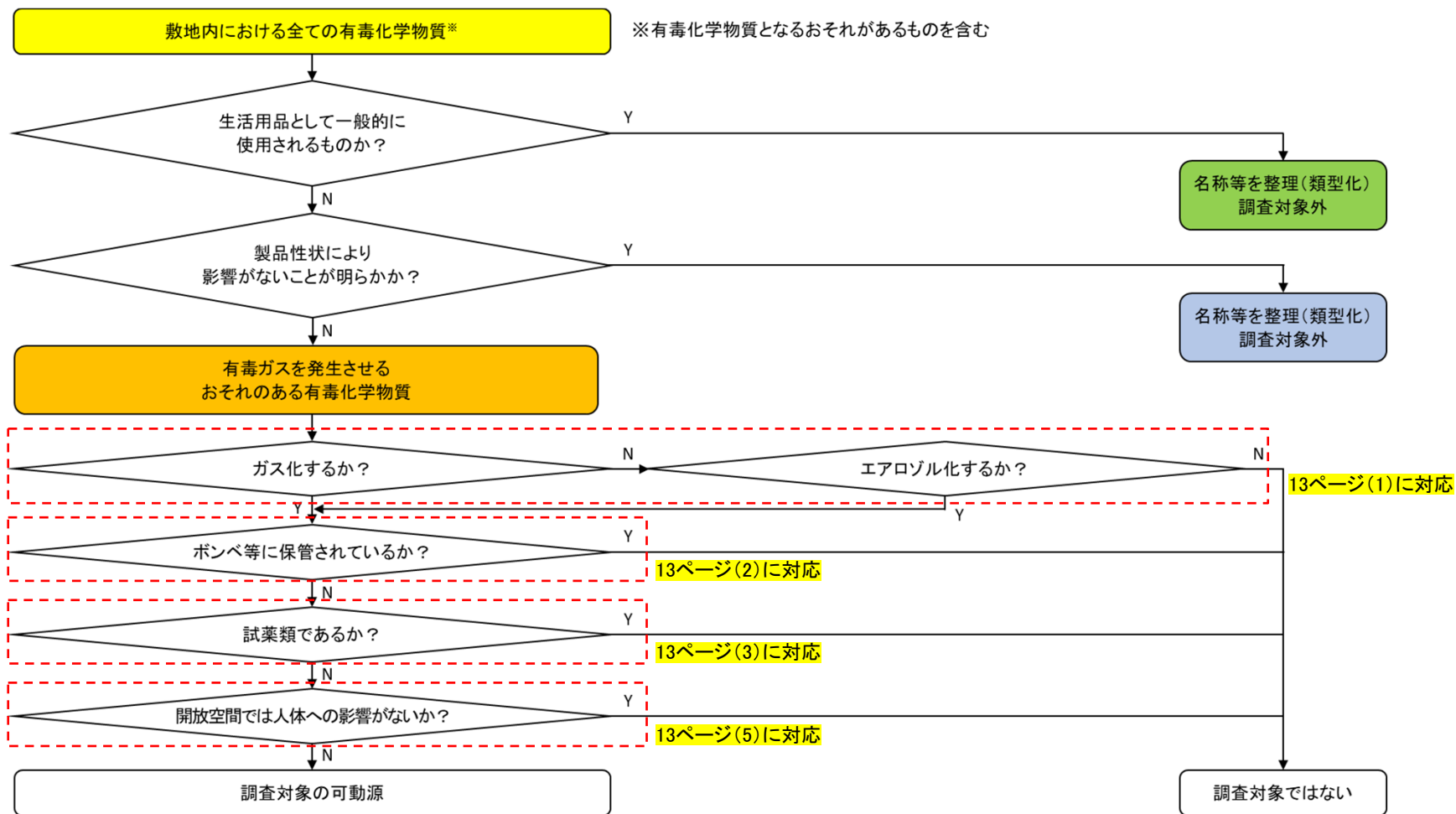


図5 可動源の特定フロー

(詳細は、補足説明資料 3.1を参照)

4. 評価に当たって行う事項(固定源及び可動源の調査)

女川と同じ
考え方

◆ 固定源及び可動源の調査結果(1/4)

固定源及び可動源の調査対象特定フローに基づき調査した結果、東海第二発電所において調査対象として特定した敷地内及び敷地外固定源並びに敷地内可動源は以下のとおりとなった。

表2 固定源の調査結果(1/3)

	有毒化学物質				
	種類	薬品濃度(%)※1	合計貯蔵量	貯蔵方法※1	堰の有無※1
敷地内	アンモニア	25	1.0 (m ³)	タンク	有
敷地外	アンモニア①	25	1.0 × 10 ⁴ (kg)	タンク	—
	アンモニア②	10	2.0 × 10 ³ (kg)	—	—
	アンモニア③	99	1.5 × 10 ⁵ (kg) × 2	タンク	有
	アンモニア④	—	1.8 × 10 ¹ (kg)	タンク	—
	アンモニア⑤	—	11.3 (t)	タンク	—
	アンモニア⑥	—	1.8 × 10 ³ (kg)	ボンベ	—
	アンモニア⑦	—	8.0 × 10 ² (kg)	—	—
	塩酸⑧	35	2.4 × 10 ³ (kg)	タンク	有
		35	1.2 × 10 ³ (kg)	タンク	有
		35以上	2.0 × 10 ³ (kg)	専用ポリ容器	無
35以上		3.5 × 10 ² (kg)	タンク	有	
塩酸⑨	35	1.2 × 10 ³ (kg)	—	—	

※1 届出情報の開示請求を行ったが情報が得られなかったため、“—”と記載

(詳細は、補足説明資料 3.1を参照)

4. 評価に当たって行う事項(固定源及び可動源の調査)

女川と同じ
考え方

◆ 固定源及び可動源の調査結果(2/4)

表2 固定源の調査結果(2/3)

	有毒化学物質				
	種類	薬品濃度(%)※1	合計貯蔵量	貯蔵方法※1	堰の有無※1
敷地外	塩酸⑨	35	3.5 × 10 ³ (kg)	—	—
	塩酸①	35	5.0 × 10 ³ (kg)	タンク	—
		35	9.5 × 10 ³ (kg)	タンク	—
	塩酸③	35	2.2 × 10 ⁴ (kg) × 2	タンク	有
		35	4.5 × 10 ⁴ (kg)	タンク	有
		35	7.1 × 10 ³ (kg)	タンク	有
	塩酸④	—	9.0 × 10 ² (kg)	タンク	—
		—	3.0 × 10 ³ (L)	タンク	—
	硝酸④	—	7.0 × 10 ³ (kg)	タンク	—
	硝酸⑩	67.5	3.0 (m ³)	タンク	有
		67.5	1.5 (m ³)	タンク	有
	メタノール⑪	—	1.3 × 10 ⁴ (L)	タンク	—
	メタノール⑫	—	1.4 × 10 ³ (L)	—	—
メタノール④	—	3.0 × 10 ³ (L)	タンク	—	

※1 届出情報の開示請求を行ったが情報が得られなかったため、“—”と記載

(詳細は、補足説明資料 3.1を参照)

4. 評価に当たって行う事項(固定源及び可動源の調査)

女川と同じ
考え方

◆ 固定源及び可動源の調査結果(3/4)

表2 固定源の調査結果(3/3)

	有毒化学物質				
	種類	薬品濃度(%) ^{※1}	合計貯蔵量	貯蔵方法 ^{※1}	堰の有無 ^{※1}
敷地外	ガソリン⑬	—	2.8 × 10 ³ (L)	タンク	—
	ガソリン⑭	—	5.8 × 10 ² (L)	タンク	—
	ガソリン⑮	—	9.1 × 10 ⁵ (L)	タンク	有
		—	2.6 × 10 ⁶ (L)	タンク	有
	ガソリン⑯	—	5.7 × 10 ² (L)	タンク	—
	塩化水素⑰	—	6.4 (m ³)	—	—
	硫化水素⑰	—	6.4 (m ³)	—	—

※1 届出情報の開示請求を行ったが情報が得られなかったため、“—”と記載

表3 可動源の調査結果

	有毒化学物質			
	種類	薬品濃度(%)	質量換算(t)	荷姿
敷地内	アンモニア	25	0.5	タンクローリ

(詳細は、補足説明資料 3.1を参照)

4. 評価に当たって行う事項(固定源及び可動源の調査)

◆ 固定源及び可動源の調査結果(4/4)

東海第二発電所において調査対象として特定したのは、敷地内固定源(アンモニア), 敷地内可動源(アンモニア)及び敷地外固定源(アンモニア, 塩酸, メタノール, ガソリン, 硝酸, 硫化水素, 塩化水素)である。

固定源として特定した有毒化学物質及び評価点の位置関係を図6, 図7に示す。



図6 特定された敷地内固定源

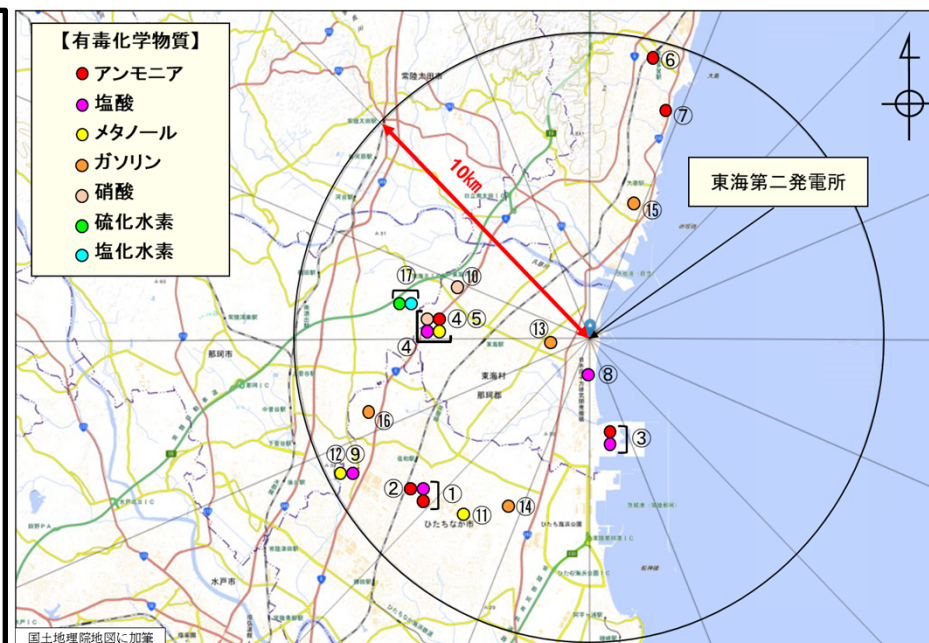


図7 特定された敷地外固定源

(詳細は, 補足説明資料 3.1を参照)

4. 評価に当たって行う事項(有毒ガス防護判断基準値の設定)

女川と同じ
考え方

◆ 防護判断基準値の設定について

東海第二発電所において調査対象として特定された有毒化学物質に対し、図8のフローに基づき有毒ガス防護判断基準値を設定した。設定した防護判断基準値を表4に示す。

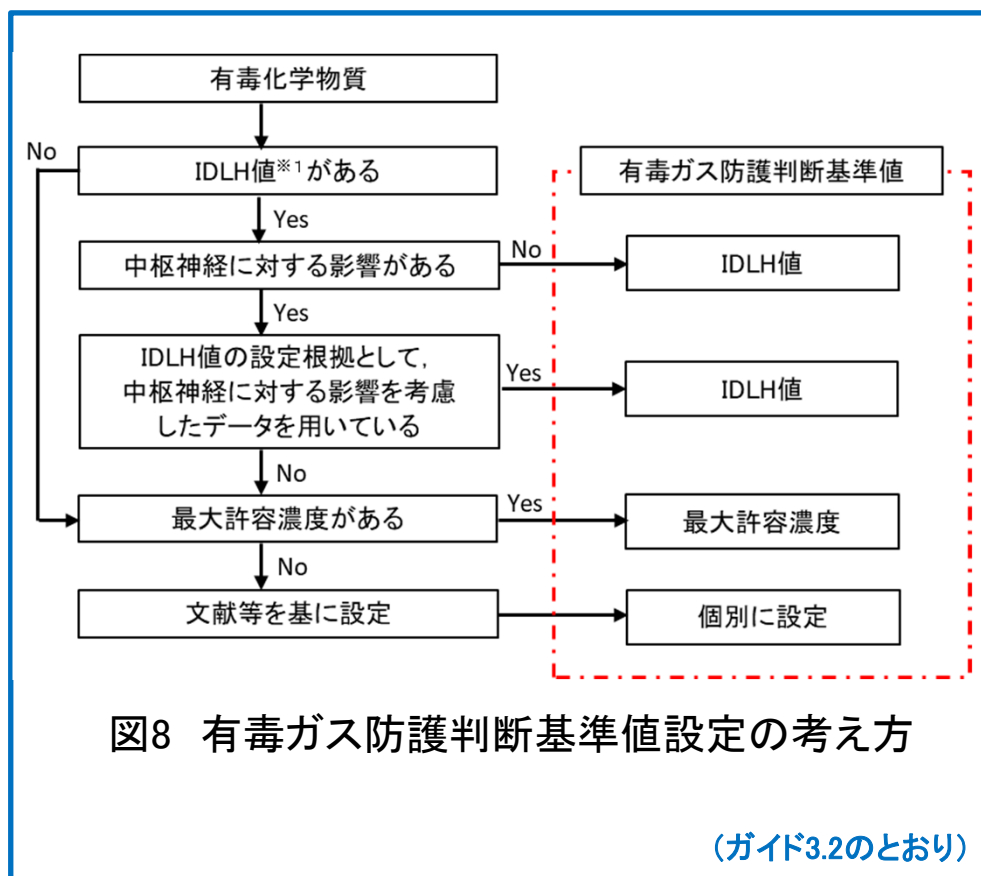


表4 有毒ガス防護判断基準値

有毒化学物質	有毒ガス防護判断基準値	設定根拠
アンモニア	300 ppm	IDLH値
塩酸	50 ppm	IDLH値
メタノール	200 ppm	個別に設定
ガソリン	700 ppm	個別に設定
硝酸	25 ppm	IDLH値
硫化水素	5 ppm	個別に設定
塩化水素	50 ppm	IDLH値

※1 米国国立労働安全衛生研究所(NIOSH)で定められる急性の毒性限度(人間が30分間ばく露された場合、その物質が生命及び健康に対して危険な影響を即時に与える、又は避難能力を妨げるばく露レベルの濃度限度値)をいう。

(詳細は、補足説明資料 3.2を参照)

5. スクリーニング評価

◆ スクリーニング評価対象の整理

調査対象とする固定源及び可動源の特定結果並びにガイドにおける「場所、対象発生源及びスクリーニング評価の要否に関する対応」(表5)に基づき、表6のとおり固定源、可動源ごとにスクリーニング評価の要否を整理した。

なお、東海第二発電所は、固定源に対して評価を実施し、可動源に対してはスクリーニング評価を行わず、対策を実施することとした。

表5 場所、対象発生源及びスクリーニング評価の要否に関する対応

場所	敷地内固定源	敷地外固定源	敷地内可動源
原子炉制御室	○	△	△
緊急時対策所	○	△	△
重要操作地点	△	×	×

【凡例】

○：スクリーニング評価が必要

△：スクリーニング評価を行わず、対象発生源として対策を行ってもよい。

×：スクリーニング評価は不要

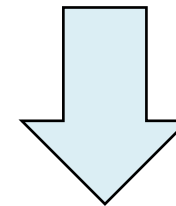


表6 スクリーニング評価の整理

場所	敷地内固定源	敷地外固定源	敷地内可動源
原子炉制御室	評価実施	評価実施	対策実施
緊急時対策所	評価実施	評価実施	対策実施
重要操作地点	評価実施	—(評価不要)	—(評価不要)

(ガイド4.への対応)

(詳細は、補足説明資料 4.を参照)

5. スクリーニング評価

◆ スクリーニング評価方法

特定した固定源の有毒化学物質に対しスクリーニング評価を実施する。主な評価上の想定は以下のとおり。
固定源を対象としたスクリーニング評価のイメージを図9に示す。

● 評価の方法

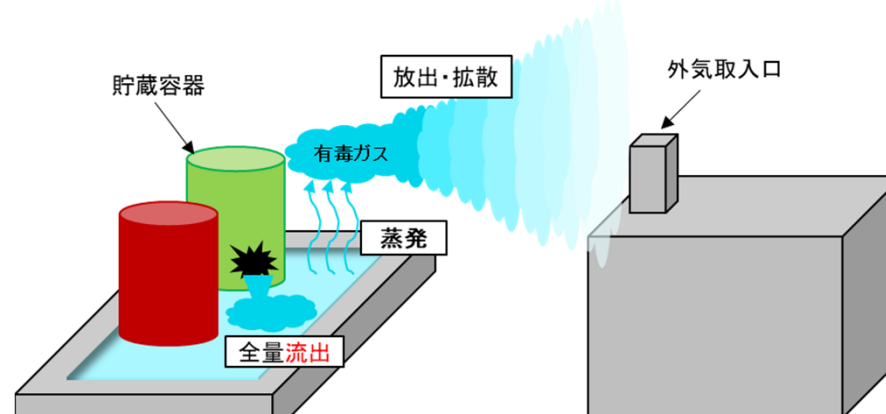
- ・同時に全ての貯蔵容器が損傷し、貯蔵された有毒化学物質の全量流出により発生する有毒ガスの放出を想定
- ・固定源ごとに、有毒化学物質の性状及び保管状態から放出形態を想定し、有毒ガスの単位時間当たりの大気中への放出量及びその継続時間を評価し、評価点まで拡散するものとして濃度を評価

(ガイド4.2, 4.3のとおり)

● 評価上の考慮事項

- ・大気拡散評価モデルは、地形等の影響を受けず遠方での濃度影響を評価することができ、実気象を用いて、短時間放出の拡散を評価できることから、被ばく評価における放射性物質の大気拡散評価で使用しているものと同様の「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」の大気拡散の評価式(ガウスプルームモデル)とし、放出源から評価点までの相対濃度を評価する。評価点における濃度は、年間毎時刻での外気濃度の累積出現頻度が、小さい方から累積して97%に当たるものを値として採用する。
- ・評価点から見て、評価点と固定源とを結んだ直線が含まれる風上側1方位及びその隣接方位に固定源が複数ある場合、個々の固定源からの中心軸上の濃度の計算結果を合算する。
- ・ある方位に複数の発生源がある場合は、**各有毒ガス濃度の、それぞれの有毒ガス防護判断基準値に対する割合の和を算出する。**

(ガイド4.4.2, 4.4.3のとおり)



※中央制御室及び緊急時対策所は同様の評価

図9 スクリーニング評価イメージ(固定源)

5. スクリーニング評価

◆ スクリーニング評価結果(1/3)

図10のように、隣接方位を含めた有毒ガス濃度の合算値が最大となる方位であっても、中央制御室及び緊急時対策所の評価点における有毒ガス防護判断基準値に対する割合の和が1より小さいことを確認した。また、重要操作地点の評価点においても、敷地内固定源のアンモニアの有毒ガス濃度が、アンモニアの有毒ガス防護判断基準値を超えないことを確認した。スクリーニング評価の結果を表7に示す。

スクリーニング評価の結果、東海第二発電所に対しては、運転・対処要員の対処能力が著しく損なわれることがないことを確認した。したがって、ガイド「5.有毒ガス影響評価(防護措置等を考慮して実施)」は実施していない。

表7 スクリーニング評価結果(1/3)
固定源による有毒ガス濃度の重ね合わせ結果(評価点:中央制御室)

固定源※1	着目方位※2	当該方位における防護判断基準との比※1	隣接方位を含めた防護判断基準値との比の合計※1,3	評価※1
—	N	—	—	—
メタノール⑪, ガソリン⑭	NNE	1.1×10^{-5}	9.3×10^{-5}	影響なし
塩酸①, アンモニア①②	NE	8.1×10^{-5}	1.9×10^{-2}	影響なし
塩酸⑧⑨, メタノール⑫, ガソリン⑯	ENE	1.9×10^{-2}	4.5×10^{-1}	影響なし
ガソリン⑬, アンモニア④⑤, 塩酸④, 硝酸④, メタノール④, 塩化水素⑰, 硫化水素⑰	E	4.2×10^{-1}	4.6×10^{-1}	影響なし
硝酸⑩	ESE	1.7×10^{-2}	4.4×10^{-1}	影響なし
—	SE	—	—	—
—	SSE	—	—	—
—	S	—	—	—
ガソリン⑮, アンモニア⑥⑦	SSW	4.5×10^{-2}	4.6×10^{-2}	影響なし
—	SW	—	—	—
—	WSW	—	—	—
—	W	—	—	—
熔融炉アンモニアタンク(敷地内)	WNW	1.3×10^{-1}	1.4×10^{-1}	影響なし
—	NW	—	—	—
アンモニア③, 塩酸③	NNW	2.4×10^{-1}	2.5×10^{-1}	影響なし



図10 発生源から見た評価点の方位(1/3)

---: 影響が最大となる方位

※1 固定源がない方位に“—”をと記載
 ※2 発生源から見た評価点の方位(隣接方位を含む中心方位)
 ※3 有効数字2桁に切り上げた値を記載

5. スクリーニング評価

女川と同じ
考え方

◆ スクリーニング評価結果(2/3)

表7 スクリーニング評価結果(2/3)
固定源による有毒ガス濃度の重ね合わせ結果(評価点:緊急時対策所)

固定源※1	着目方位※2	当該方位における防護判断基準との比※1	隣接方位を含めた防護判断基準値との比の合計※1, 3	評価※1
—	N	—	—	—
メタノール⑪, ガソリン⑭	NNE	1.1×10^{-5}	7.4×10^{-2}	影響なし
塩酸①⑧, アンモニア①②	NE	7.4×10^{-2}	7.4×10^{-2}	影響なし
塩酸⑨, メタノール⑫, ガソリン⑯	ENE	1.7×10^{-5}	5.0×10^{-1}	影響なし
ガソリン⑬, アンモニア④⑤, 塩酸④, 硝酸④, メタノール④, 塩化水素⑰, 硫化水素⑰	E	4.2×10^{-1}	4.5×10^{-1}	影響なし
硝酸⑩	ESE	1.7×10^{-2}	4.5×10^{-1}	影響なし
—	SE	—	—	—
—	SSE	—	—	—
—	S	—	—	—
ガソリン⑮, アンモニア⑥⑦	SSW	4.5×10^{-2}	4.6×10^{-2}	影響なし
—	SW	—	—	—
—	WSW	—	—	—
溶融炉アンモニアタンク(敷地内)	W	1.8×10^{-2}	1.9×10^{-2}	影響なし
—	WNW	—	—	—
—	NW	—	—	—
アンモニア③, 塩酸③	NNW	2.2×10^{-1}	2.3×10^{-1}	影響なし

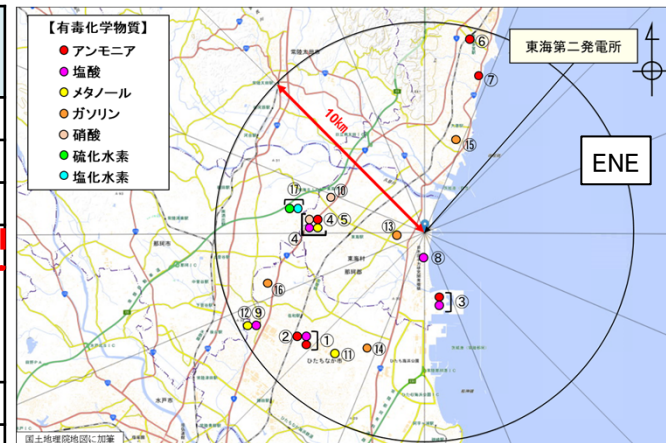


図10 発生源から見た評価点の方位(2/3)

 : 影響が最大となる方位

※1 固定源がない方位に“—”をと記載
 ※2 発生源から評価点を見た方位(隣接方位を含む中心方位)
 ※3 有効数字2桁に切り上げた値を記載

(詳細は、補足説明資料 4.4.3.1を参照)

5. スクリーニング評価

女川と同じ
考え方

◆ スクリーニング評価結果(3/3)

表7 スクリーニング評価結果(3/3)
(評価点:重要操作地点)

評価点	固定源	着目方位*	評価点における 有毒ガス濃度 (ppm)	有毒ガス 防護防護判断 基準値との比	有毒ガス 防護防護判断 基準値(ppm)	評価
東側接続口①	アンモニア	NNW,NW,WNW, W,WSW	5.8×10^1	1.9×10^{-1}	300	影響なし
東側接続口②	アンモニア	NNW,NW,WNW,W, WSW,SW	6.6×10^1	2.2×10^{-1}	300	影響なし
高所東側接続口	アンモニア	W,WSW,SW	3.2×10^1	1.1×10^{-1}	300	影響なし
西側接続口	アンモニア	NNW,NW,WNW,W, WSW,SW	4.1×10^1	1.4×10^{-1}	300	影響なし
高所西側接続口	アンモニア	W,WSW,SW	2.6×10^1	8.7×10^{-2}	300	影響なし



図10 発生源から見た評価点の方位(3/3)

※ 発生源から評価点を見た方位

(詳細は、補足説明資料 4.4.3.1を参照)

6. 有毒ガス防護に対する妥当性の判断

◆ 敷地内可動源に対する防護対策

敷地内可動源に対しては、一定の状況を想定することも可能ではあるが柔軟な対応手段を講じておくことを念頭に、スクリーニング評価を実施せず、防護対策を講じる。

- ①立会人等による異常の検知・中央制御室への連絡体制の整備
- ②事象発生時には、立会人等から中央制御室への連絡
- ③通信連絡設備等を使用し、中央制御室から緊急時対策所へ異常発生を連絡
- ④換気空調設備の隔離(外気取込み停止)、全面マスク着用の防護対策の実施
- ⑤敷地内可動源からの漏えいに対し、終息活動の実施による有毒ガス発生の低減

これらの防護措置のうち、①は敷地内可動源の入構に当たって実施し、②～⑤は、敷地内可動源からの漏えいが発生した場合に実施する。

●敷地内可動源の入構に当たっての対応

特定した敷地内可動源が、発電所構内に入構する場合は、立会人等が防護具を携行の上、発電所入構から薬品タンクへの受入完了まで随行・立会することで、速やかな有毒ガスの発生の検知及び連絡を可能とする。

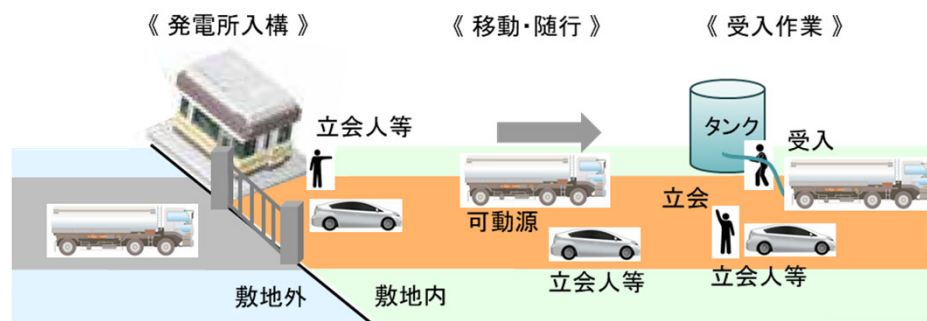


図11 有毒ガスの発生の検出のための実施体制

6. 有毒ガス防護に対する妥当性の判断

◆ 敷地内可動源から漏えいが発生した場合の対応

配置した立会人等が異常の発生を検知(①)し、中央制御室に連絡(②)する。中央制御室からは、緊急時対策所へ異常発生を連絡(③)する。連絡を受けた中央制御室及び緊急時対策所は、換気空調設備の隔離等(④)の防護措置を実施する。

その上で、終息活動要員が、有毒ガスの発生を終息させるために必要な措置を行う(⑤)こととする。また、終息活動完了後、中央制御室へ有毒ガスの発生が終息したことを連絡する。中央制御室からは、緊急時対策所へ有毒ガスの発生が終息したことを連絡する。

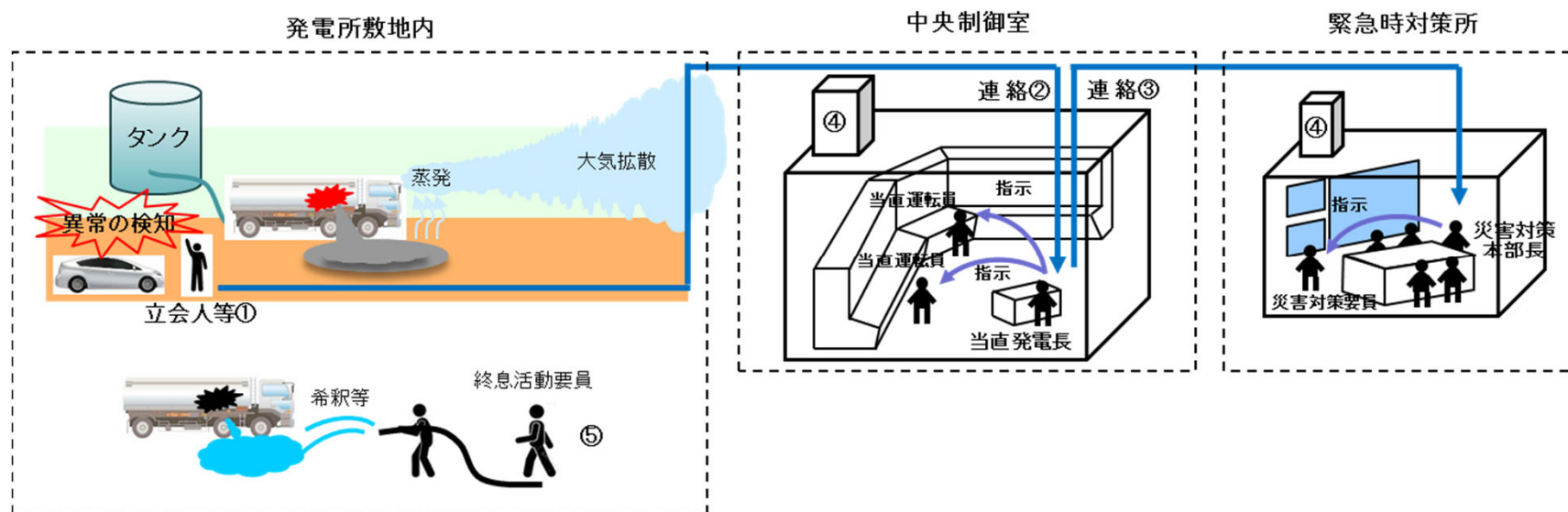


図12 漏えい時の防護措置の流れ

(詳細は、補足説明資料 別紙11-2, 11-3を参照)

6. 有毒ガス防護に対する妥当性の判断

◆ 予期せぬ有毒ガス発生に対する対応

➤ 防護具等の配備等

- 予期せぬ有毒ガス※¹の発生に対して、**自給式呼吸用保護具**を配備するとともに、一定量のボンベ(6時間分)を確保する。
- 予期せぬ有毒ガスの発生を検出した場合に、**自給式呼吸用保護具**を装着する手順及び体制を整備する。

➤ 通信連絡設備による伝達

- **通信連絡設備による**連絡手段の設備として、予期せぬ有毒ガスの発生を含む異臭等の異常が確認された場合の通信連絡の手段及び体制を整備する。通信連絡設備は、既存のもの(設置許可基準規則第35条及び第62条)を使用する。

➤ 敷地外からの連絡

- 敷地外で有毒ガスが発生した場合の通信連絡の手順及び体制を整備する。

※¹ 例えば、敷地外可動源から発生する有毒ガス、敷地内固定源及び可動源において予定されていた中和等の終息作業ができなかった場合に発生する有毒ガス等

(詳細は、補足説明資料 別紙12-1を参照)

6. 有毒ガス防護に対する妥当性の判断

◆ バックアップの供給体制の整備

- 予期せず発生する有毒ガスに対し、継続的な対応が可能となるよう、バックアップの供給体制として発電所敷地外からの酸素ポンベの供給体制を整備する。
 - 予期せぬ有毒ガスが発生した場合、担当室マネージャーは、高圧ガス事業者に酸素ポンベの運搬を依頼する。
 - 連絡を受けた高圧ガス事業者は、酸素ポンベを運搬し、発電所入口等にて発電所員との受渡しを行う。
 - 発電所員は、受け取った酸素ポンベを運搬し、当直運転員及び災害対策要員(初動要員)に引き渡す。

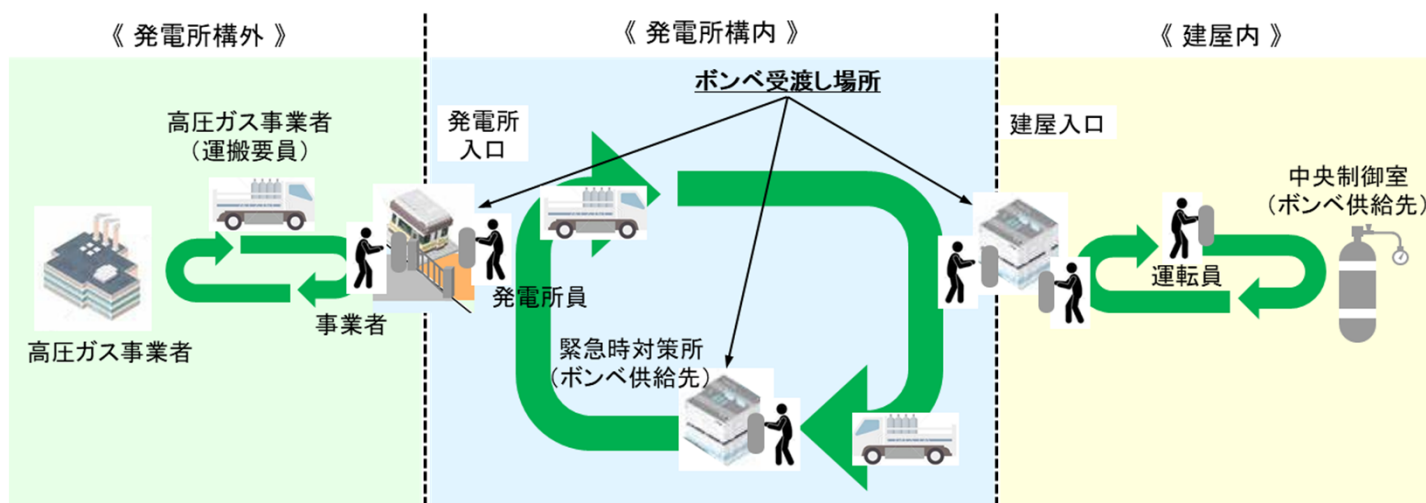


図13 バックアップの供給体制

7. まとめ

◆ 対象発生源特定のためのスクリーニング評価

- 調査対象の特定フローに基づき、調査対象とする固定源及び可動源を特定した。
- 調査対象として特定した敷地内外の固定源について、防護措置を考慮しない濃度評価(スクリーニング評価)を実施した。
- 拡散評価に当たっては、ガウスプルームモデルを採用した。
- 敷地内外の固定源に対しては、評価の結果、有毒ガス防護判断基準値に対する割合の和が1より小さいことから、防護措置がなくとも、中央制御室の運転員等の対処能力が損なわれるおそれがないことを確認した。

◆ 有毒ガス防護に係る妥当性の判断

- 上記評価結果から、敷地内外の固定源に対して、対象発生源がある場合の対策は不要であることを確認した。
- 敷地内可動源に対しては、立会人等の確保、連絡体制の確保及び中央制御室等への全面マスクの配備・着用手順の整備による防護措置を実施することで、中央制御室の運転員等の対処能力が損なわれるおそれがないことを確認した。
- 予期せぬ有毒ガスの発生に対しては、**自給式呼吸用保護具及び酸素ボンベ**を配備し、通信連絡体制及び酸素ボンベ供給のバックアップ体制を整備する。

【参考】有毒化学物質の分類イメージ①

◆ 有毒化学物質の分類イメージ

敷地内における全ての有毒化学物質(有毒化学物質となるおそれがないものを含む)

有毒ガスを発生させるおそれのある有毒化学物質

【リスト化したもの】

○薬品タンク, 軽油タンク, 設備用ポンベ, 分析用ポンベ, チラーの冷媒, 遮断器の絶縁ガス, 試薬類, 薬品タンクローリ

【製品性状により影響がないことが明らか(類型化)】

○セメント固化したドラム缶, 潤滑油, 絶縁油, 酸素呼吸器, 設備・機器類等に貯蔵されている窒息性ガス(開放空間に設置されているもの)

【生活用であり, 運転員等の対処能力に影響を与える観点で考慮不要(類型化)】

○洗剤, エアコンの冷媒, 殺虫剤, 自販機, 調味料, 車, 電池, 消毒液, 消火器, 飲料, 融雪剤, スプレー缶, 作業用品

固定源と可動源の定義

○固定源

敷地内外において貯蔵施設(例えば、貯蔵タンク、配管ライン等)に保管されている、有毒ガスを発生させるおそれのある有毒化学物質をいう。
(ガイド1.3を抜粋)

○可動源

敷地内において輸送手段(例えば、タンクローリ等)の輸送容器に保管されている、有毒ガスを発生させるおそれのある有毒化学物質をいう。
(ガイド1.3を抜粋)

(詳細は、補足説明資料 別紙4-1を参照)

【参考】有毒化学物質の分類イメージ②

女川と同じ
考え方

◆ 敷地内固定源(例)

有毒化学物質		保管場所	貯蔵量	
敷地内における全ての有毒化学物質※	タンク類	アンモニア	屋外	1m ³
		水酸化ナトリウム	屋外	10m ³
		硫酸	屋外	745L
	ポンベ類	二酸化炭素	タービン建屋	45kg × 12本
		ハロン1301	緊急時対策所	68L × 14本
		アセチレンガス	ポンベ庫	7.2kg × 3本
	機器(冷媒)	HCFC-123	廃棄物処理建屋	220.9kg
		HFC-407C	C/S屋上	100kg
	機器(遮断器)	六フッ化硫黄	154kV開閉所	1,000kg
	試薬類	塩酸	化学分析室	500mL × 11本
		水酸化ナトリウム	化学分析室	25g
		硝酸	NR/W化学分析室	500mL × 8本
	製品性状により影響がないことが明らかなもの	潤滑油	各機器	—
		放射性固体廃棄物	固体廃棄物貯蔵庫	—
生活用品として一般的に使用されるもの	洗剤等	事務所等	—	

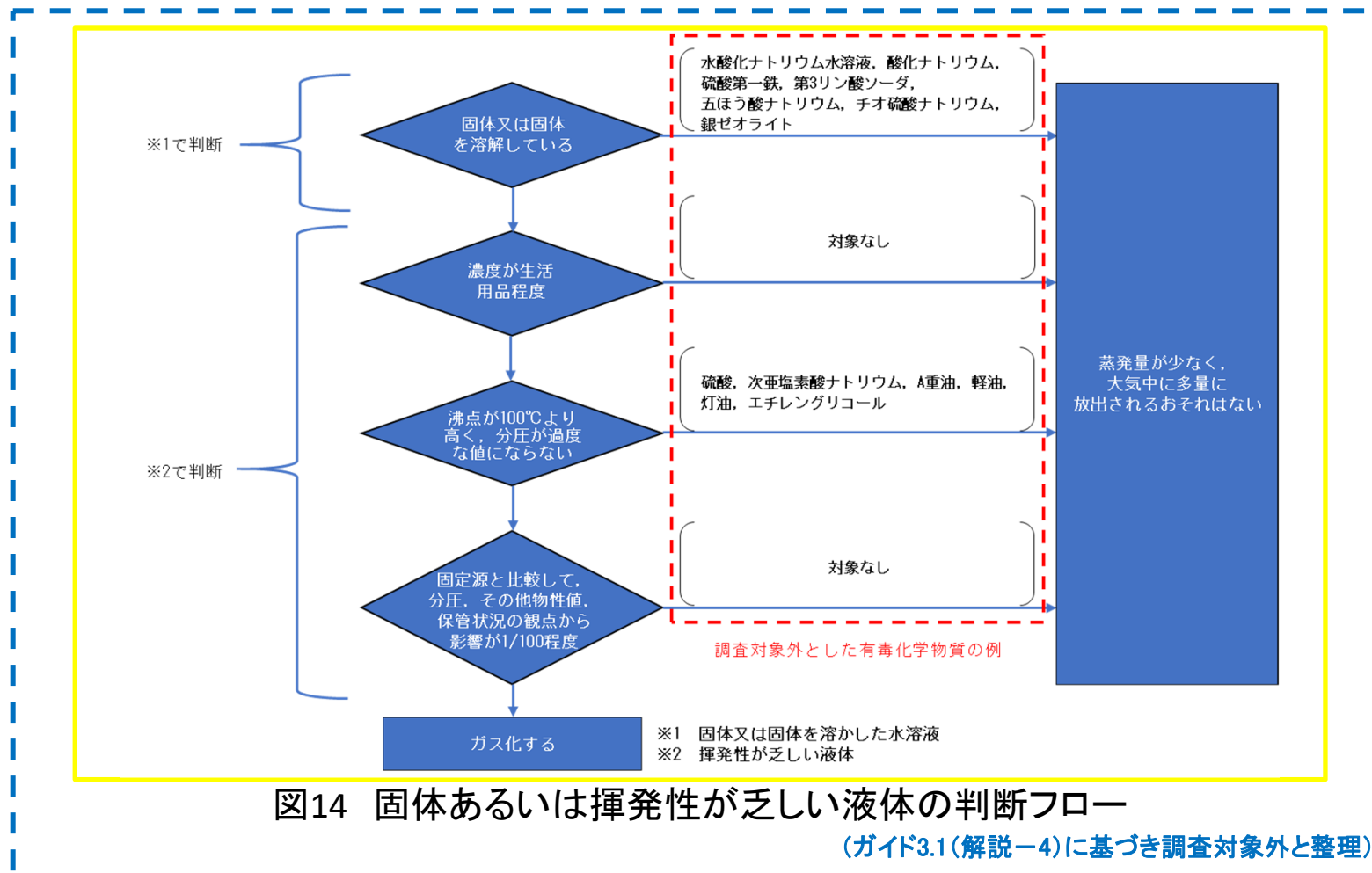
※ 有毒化学物質となるおそれがあるものを含む。

(詳細は、補足説明資料 別紙4-7-1を参照)

【参考】調査対象外とする固定源及び可動源の考え方①

◆ 固体あるいは揮発性が乏しい液体の取扱い①

抽出された有毒化学物質のうち、固体あるいは揮発性の乏しい液体については、図14のフローに基づき、ガス化して大気中に多量に放出されるものを抽出している。



(詳細は、補足説明資料 別紙4-2を参照)

◆ 固体あるいは揮発性が乏しい液体の取扱い②

抽出した有毒化学物質のうち、固体あるいは揮発性が乏しい有毒化学物質については、保管状況を確認し、エアロゾル化の観点から大気中に多量に放出されるものを抽出している。

不揮発性物質のイメージを図15に示す。

【エアロゾル化の条件】

- ・0.3MPa以上の圧力で保管されている。
- ・高温状態で保管されている。

東海第二発電所には、該当する有毒化学物質の貯蔵施設がないことを確認した。

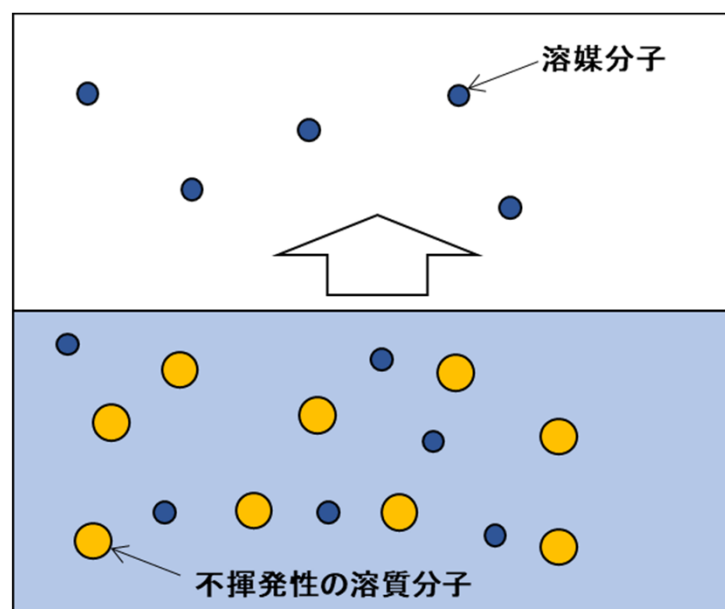


図15 不揮発性物質イメージ

(ガイド3.1(解説-4)に基づき調査対象外と整理)

(詳細は、補足説明資料 別紙4-2を参照)

【参考】調査対象外とする固定源及び可動源の考え方③

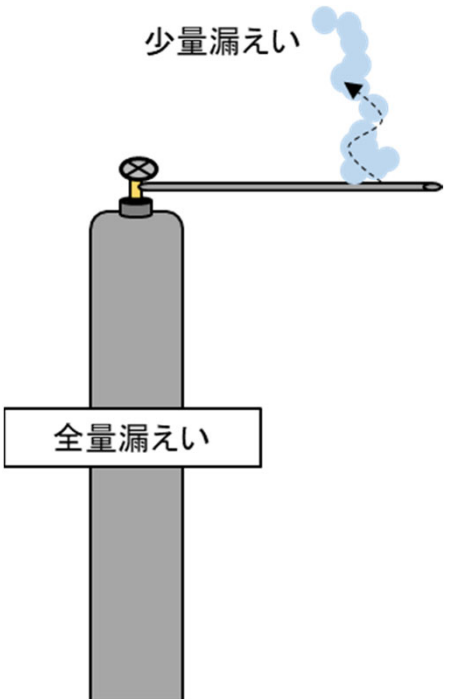
女川と同じ
考え方

◆ ボンベ等に保管された有毒化学物質①

高圧ガス保安法で規定された高圧容器で保管されている有毒化学物質は、高圧ガス保安法によって、耐圧試験、気密試験等を行い、合格した容器に保管されている。

容器からのガスの漏えい形態としては、配管等からの少量漏えいが想定され、有毒ガスが大気中に多量に放出されるおそれはない。ボンベ配管からの漏えいのイメージを図16に示す。

ボンベ等に保管されていることから調査対象外とした有毒化学物質の例を表8に示す。



名称	保管場所
二酸化炭素	タービン建屋 等
	屋外
ハロン1301	原子炉建屋 等
プロパン	所内ボイラー用ボンベ室 等
アセチレン	ボンベ庫

図16 ボンベ配管からの漏えい

(ガイド3.1(解説-4)に基づき調査対象外と整理)

(詳細は、補足説明資料 別紙4-3, 4-4を参照)

【参考】調査対象外とする固定源及び可動源の考え方④

◆ ボンベ等に保管された有毒化学物質②

● ガスボンベの被災状況について

- ・ 高圧ガス保安法で規定された高圧容器で保管されている有毒化学物質について、プロパンを例として事故事例を整理したところ、火災・爆発の事故事例は見られるものの、プロパン自体での中毒事故は記録がない。
- ・ 災害時の事故事例を確認しても、ボンベ本体が損傷している事例はない。(図17参照)

さらに、図18に示すように、敷地内では耐震重要度分類に対応した架台に設置され、高圧ガス保安法の規則に則り固縛されており、何らかの外力がかかったとしても、ボンベ自体が損傷することは考えにくい。



図17 東日本大震災のLPガスボンベの被災状況

【引用】 自然災害対策について 平成29年11月 関東液化石油ガス協議会
業務主任者・管理者研修会

【二酸化炭素消火薬剤貯蔵容器室】



【ボンベ庫】



図18 敷地内におけるボンベの設置状況

(詳細は、補足説明資料 別紙4-3, 4-4を参照)

◆ ボンベ等に保管された有毒化学物質③

● 漏えい時の放出率

高圧ガス容器は、容器単体としては健全性が保たれていることから、高圧ガス容器からの漏えい形態としては、接続配管からの少量の漏えいを想定した。

「石油コンビナートの防災アセスメント指針」における災害現象解析モデル式に基づき、図19に示すプロパンボンベを例に、配管からの気体放出及び液体放出による漏えい率を評価した。

なお、プロパンボンベから焼却炉へとプロパンを供給する配管の気体配管の長さは、気体・液体配管の長さの約10倍であり、気体配管からの気体放出が発生しやすいことが想定される。

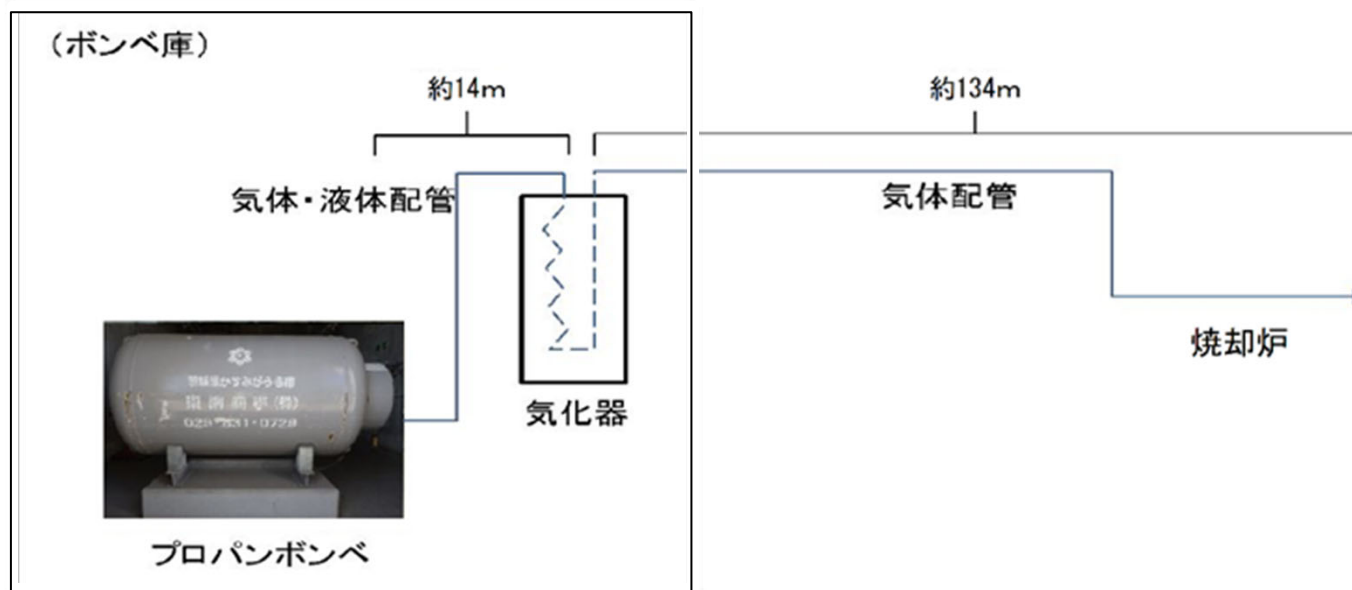


図19 雑固体焼却炉のプロパンガス概略系統図

(詳細は、補足説明資料 別紙4-3を参照)

【参考】調査対象外とする固定源及び可動源の考え方⑥

女川と同じ
考え方

◆ ボンベ等に保管された有毒化学物質④

● 漏えい時の放出率(気体放出)

プロパンボンベからの放出率は約 $3.5 \times 10^{-3} \text{kg/s}$ であり、評価対象の敷地内固定源(アンモニア)と比較して1/10以下である。さらに、プロパンの防護判断基準値はアンモニアの防護判断基準値より78倍以上高いことを考慮すると、プロパンの影響は小さい。放出率の評価条件を表9に示す。また、評価結果を表10に示す。

・気体放出(流速が音速以上($p_0/p \leq \gamma_c$)の場合)

$$q_G = cap \sqrt{\frac{M}{ZRT} \gamma \left(\frac{2}{\gamma+1}\right)^{\frac{\gamma+1}{\gamma-1}}} \quad \text{ただし, } \gamma_c = \left(\frac{2}{\gamma+1}\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$$

- q_G : 気体流出率(kg/s)
- c : 流出係数(不明の場合は0.5とする)
- a : 流出孔面積(m²)
- p : 容器内圧力(Pa)
- p_0 : 大気圧力(=0.101MPa=0.101 × 10⁶Pa)
- M : 気体のモル重量(kg/mol)
- T : 容器内温度(K)
- γ : 気体の比熱比
- R : 気体定数(=8.314J/mol・K)
- Z : ガスの圧縮係数(=1.0:理想気体)

表9 評価条件(気体放出)

パラメータ	設定値	備考
流出孔面積(m ²)	1.3×10^{-5}	接続配管径: 41.2mm 配管断面積の1/100 (少量漏えい)
容器内温度(K)	298.15	保管温度(25°C)
容器内圧力(Pa)	0.1×10^6	運転時の通常圧(gage)
気体のモル重量(kg/mol)	0.0408	機械工学便覧
気体の比熱比	1.135	機械工学便覧

表10 放出率評価結果(気体放出)

	雑固体焼却炉 プロパンボンベ	(参考) 熔融炉アンモニアタンク
放出率 (kg/s)	3.5×10^{-3}	平均: 4.4×10^{-2}
防護判断基準値 (ppm)	23,500	300

※ 流速は音速以上($p_0/p \leq \gamma_c$)

(詳細は、補足説明資料 別紙4-3を参照)

【参考】調査対象外とする固定源及び可動源の考え方⑦

女川と同じ
考え方

◆ ボンベ等に保管された有毒化学物質⑤

● 漏えい時の放出率(液体放出)

配管から液体として漏えいするとして評価した場合のプロパンの放出率は約 $8.0 \times 10^{-2} \text{kg/s}$ であり、評価対象の敷地内固定源(アンモニア)の放出率よりも1.8倍以上大きいものの、防護判断基準値が78倍以上であることから影響は小さい。

なお、プロパンボンベには過流防止弁が設置されており、気体・液体配管からの多量放出は想定されない。放出率の評価条件を表11に示す。また、評価結果を表12に示す。

・液体放出

$$q_L = ca \sqrt{2gh + \frac{2(p - p_0)}{\rho}}$$

$$q_G = q_L f \rho$$

- q_L : 液体流出率(m^3/s)
- c : 流出係数(不明の場合は0.5とする)
- a : 流出孔面積(m^2)
- p : 容器内圧力(Pa)
- p_0 : 大気圧力(=0.101MPa=0.101 × 10⁶Pa)
- ρ : 液密度(kg/m^3)
- g : 重力加速度(=9.8m/s²)
- h : 液面と流出孔の高さの差(m)
- q_G : 有毒ガスの放出率(kg/s)
- f : フラッシュ率

表11 評価条件(液体放出)

パラメータ	設定値	備考
流出係数	1	「石油コンビナートの防災アセスメント指針」には、不明の場合0.5としているものの、保守的に1と設定した
流出孔面積(m^2)	3.6×10^{-6}	接続配管径:21.4mm 配管断面積の1/100(少量漏えい)
容器内圧力(Pa)	0.5×10^6	運転時の通常圧力(gage)
液密度(kg/m^3)	492.8	日本LPガス協会HP
液面と流出孔の高さの差(m)	0	
フラッシュ率	1	全量気化する

表12 放出率評価結果(液体放出)

	雑固体焼却炉 プロパンボンベ	(参考) 溶融炉アンモニアタンク
放出率 (kg/s)	8.0×10^{-2}	平均: 4.4×10^{-2}
防護判断基準値 (ppm)	23,500	300

※ 流速は音速以上($p_0/p \leq \gamma_c$)

(詳細は、補足説明資料 別紙4-3を参照)

◆ 屋内に保管された薬品タンクについて①

建屋内は風量が小さく、蒸発量が屋外に比べて小さい。また、発生した有毒ガスは建屋内で拡散し、大気への放出経路が限定されることから、有毒ガスが建屋外の大気中に多量に放出されるおそれはない。

建屋内保管のタンクのイメージを図20に示す。また、東海第二発電所において建屋内に薬品が保管されている貯蔵場所等を表13に示す。

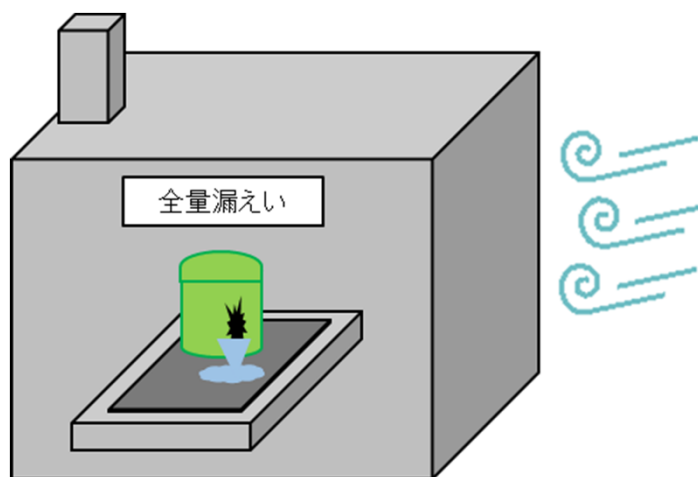


図20 建屋内保管タンクイメージ

表13 評価対象外とした有毒化学物質

貯蔵場所	名称	貯蔵量
廃棄物処理建屋	HCFC-123	220.9kg

(ガイド3.1(解説-4)に基づき調査対象外と整理)

(詳細は、補足説明資料 別紙4-5を参照)

◆ 屋内に保管された薬品タンクについて②

● 建屋内風速

建屋内の薬品保管エリアにて風速測定を実施し、建屋内風速が屋外風速に対して十分に小さいことを確認した。建屋内風速の測定状況を図21に示す。また、評価結果を表14に示す。



図21 建屋内風速の測定状況

表14 建屋内における風速測定結果

薬品タンク	建屋	風速 (m/s) ^{※1}	(参考)屋外風速 (m/s) ^{※2}
HCFC-123	廃棄物処理建屋 配管ダクト室	0.5	3.1

※1 測定器の検出下限値は0.04m/sである。測定は複数点行い、風速の算定に当たっては、検出下限未満の場合は0.04m/sとして上限値を算出。

※2 屋外風速は、地上風を代表する観測点(EL18m)における観測風速の年間平均を示す。

(詳細は、補足説明資料 別紙4-5を参照)

◆ 屋内に保管された薬品タンクについて③

● 建屋内温度

薬品保管エリアは、温度を測定していないことから、建屋内における外気温との気温差を把握するため、定期的に温度測定を実施している固型化処理室のデータを調査した。

建屋内風速の測定状況を図22に示す。また、評価結果を表15に示す。

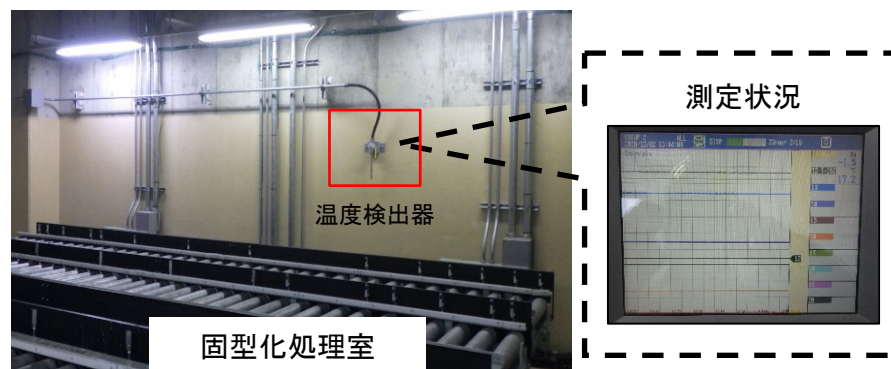


図22 建屋内温度の測定状況

表15 夏場(7月～8月)における建屋内温度測定結果(2020年度)

	固型化処理室(°C)	(参考)外気温度(°C)※1
温度	26.7	24.8

※1 敷地内露場における観測温度。同時刻の外気平均気温。

(詳細は、補足説明資料 別紙4-5を参照)

◆ 屋内に保管された薬品タンクについて④

● 漏えい時の蒸発率

蒸発率は、文献「Modeling Hydrochloric Acid Evaporation in ALOHA」に従い、下記の式で評価する。

【評価式】(蒸発率)

・蒸発率 E

$$E = A \times K_M \times \left(\frac{M_w \times P_v}{R \times T} \right)$$

・物質移動係数 K_M

$$K_M = 0.0048 \times U^{\frac{7}{9}} \times Z^{-\frac{1}{9}} \times S_c^{-\frac{2}{3}}$$

$$S_c = \frac{\nu}{D_M}$$

$$D_M = D_{H_2O} \times \sqrt{\frac{M_{WH_2O}}{M_{W_m}}}$$

$$D_{H_2O} = D_0 \times \left(\frac{T}{273.15} \right)^{1.75}$$

・蒸発率補正 E_C

$$E_C = - \left(\frac{P_a}{P_v} \right) \ln \left(1 - \frac{P_v}{P_a} \right) \times E$$

E : 蒸発率(kg/s)

A : 堰面積(m²)

K_M : 化学物質の物質移動係数(m/s)

M_w : 化学物質のモル質量(kg/kmol)

P_v : 化学物質の分圧(Pa)

R : ガス定数(J/kmol・K)

T : 温度(K)

U : 風速(m/s)

Z : 堰直径(m)

S_c : 化学物質のシュミット数

ν : 動粘性係数(m²/s)

D_M : 化学物質の分子拡散係数(m²/s)

D_{H_2O} : 温度T(K), 圧力 P_v (Pa)における水の分子拡散係数(m²/s)

M_{WH_2O} : 水のモル質量(kg/kmol)

M_{W_m} : 化学物質のモル質量(kg/kmol)

D_0 : 水の拡散係数(= 2.2×10^{-5} m²/s)

(詳細は、補足説明資料 別紙4-5参照)

◆ 屋内に保管された薬品タンクについて⑤

● 建屋内風速の蒸発率への影響

・風速は、物質移動係数 K_M の U 項に該当し、蒸発率は $U^{\frac{7}{9}}$ に比例する。

屋内風速 0.5m/s の場合、 $U^{\frac{7}{9}} = 0.58$ 、屋外風速 3.1m/s では、 $U^{\frac{7}{9}} = 2.4$ となる。

→したがって、建屋内の蒸発率は、屋外に対して $1/4$ 以下となる。

● 建屋内温度の蒸発率への影響

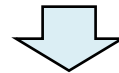
・温度は、蒸発率 E の T 項に該当するとともに、分圧 P_v 、動粘性係数 ν も温度の影響を受ける。

これらのパラメータから塩酸を例に評価すると、蒸発率は $T^{\frac{1}{6}} \times e^{0.056(T-273.15)}$ に比例する。

室内温度 26.7°C (299.85K) の場合、 $T^{\frac{1}{6}} \times e^{0.056(T-273.15)} = 11.5$ 、外気温度 24.8°C (297.95K) では、

$T^{\frac{1}{6}} \times e^{0.056(T-273.15)} = 10.4$ となる。

→したがって、気温が高い夏場でも建屋内の蒸発率は、屋外に対して約 1.11 倍であり、蒸発率に及ぼす影響は、風速と比較し小さい。



その上で、漏えい時には、建屋内で拡散し、放出経路も限定されることから、大気中に多量に放出されるおそれはなく、建屋効果を見込むことが可能であると考えられる。

(詳細は、補足説明資料 別紙4-5参照)

【参考】調査対象外とする固定源及び可動源の考え方⑬

女川と同じ
考え方

◆ 屋内に保管された薬品タンクについて⑥

● 建屋内の拡散効果

薬品漏えい時における建屋内の拡散効果については、建屋規模、換気の有無、設置状況等で影響を受ける。一方、固定源判定により抽出される建屋内のタンクなどは、数が限定される。

そのため、図23の特定フローに従い、建屋内における薬品の保管状況に応じ、漏えい時の影響を評価した。なお、建屋内の薬品保管エリアから漏えいが発生しても、大気への放出口が限定され、放出時には建屋の巻き込み効果も発生し拡散が促進されることから、実際の評価点における濃度は、評価値よりも低いものになる。

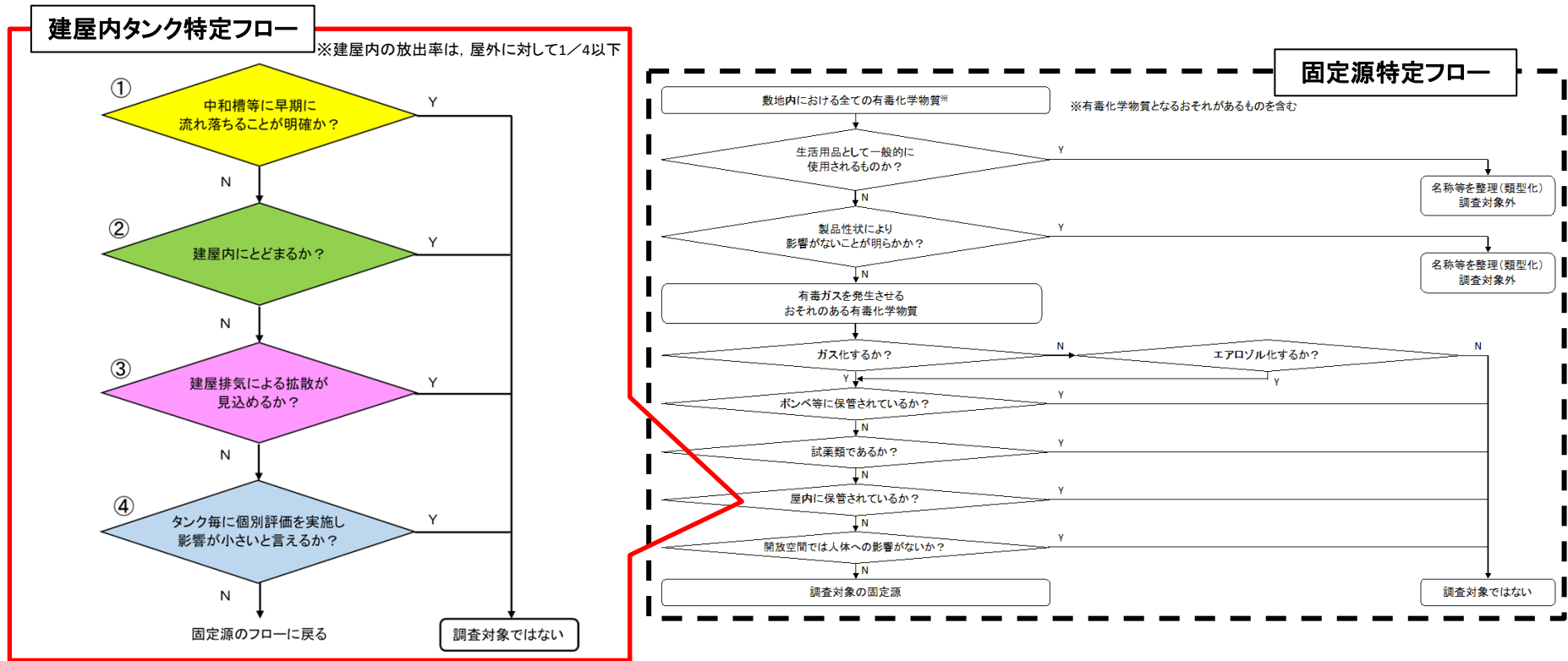


図23 建屋内タンク特定フロー

(詳細は、補足説明資料 別紙4-5参照)

◆ 屋内に保管された薬品タンクについて⑦

● 漏えい時の影響評価

評価結果は、表16に示すとおりであり、抑制効果が期待できる。

建屋内における漏えい時の蒸発率が、屋外に対し1/4以下となることに加え、表16の抑制効果を併せると建屋内タンクから多量に放出されるおそれはない。

表16 建屋内タンク漏えい時の影響評価結果

建屋	薬品タンク	容量	フローでの分岐	評価結果
廃棄物処理建屋	HCFC-123	220.9kg	③Y	廃棄物処理建屋は、常時排気ファンにより換気(135,000m ³ /h)される。漏えい時には、排気ファンにより希釈され、建屋外に放出される。排気ファンによる希釈効果としては、1/30以下となる。

(詳細は、補足説明資料 別紙4-5参照)

◆ 開放空間では人体への影響がない物質①

六フツ化硫黄は、防護判断基準値が高く(220,000ppm)人体に影響を与えるのは、密閉空間に限定され、開放空間では人体に影響がないと考えられるが、高密度ガスであることから、その振る舞いを踏まえた検討を行う。

● 高密度ガスの拡散について

六フツ化硫黄は、空気より分子量が大きい高密度ガスである。
高密度ガスが瞬時に大量に漏えいした際には、

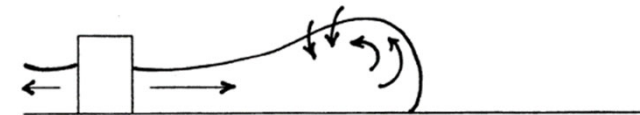
- (a) 拡散するガスの前面で鉛直方向に空気を巻き込みながら、水平方向に進行
- (b) 水平方向(地表付近)に非常に安定な成層を形成
- (c) 時間の経過に伴い、周囲からの入熱、風等の影響で鉛直方向にも拡散

することが一般論として示されている。(図24参照)

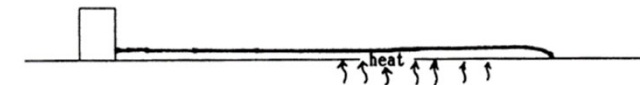
放出点からある程度距離が離れた地点において、最も漏えいガスが高濃度となるのは、(b)の漏えいから暫く時間が経過した段階における、地表付近に非常に安定な成層を形成した状態だと考えられる。

そこで、屋外開閉所の六フツ化硫黄が漏えいし、(b)の状態を形成すると仮定し、その影響を評価した。

(a) immediately after spill..... effect of gravity flow is large.
entrainment of ambient air is effective.



(b) a few time later after very flat heavy gas cloud
the spill
very strong stratification
effect of entrainment is small.
effect of heat transfer from
ground is large.
turbulence damping is important.



(c) enough time later after approaching the behavior of
the spill
trace gas dispersion



Fig. 3. Dispersion of vapor cloud of the cryogenic liquefied gas

図24 高密度ガスの拡散について

出典: 高密度ガスの拡散予測について(大気汚染学会誌 第27巻 第1号(1992))

(詳細は、補足説明資料 別紙4-6参照)

◆ 開放空間では人体への影響がない物質②

● 六フッ化硫黄漏えい時の影響評価

○ 評価条件

- 275kV開閉所に設置されている機器(遮断器)に内包されている六フッ化硫黄(約6,000kg)の全量漏えいを想定(気体の状態方程式に基づき換算すると、六フッ化硫黄の体積は約1,000m³)

○ 気体の状態方程式 (評価条件)

$$pV = \frac{w}{M}RT$$

p: 圧力 (=1atm)

V: 六フッ化硫黄の体積 (m³)

w: 質量 (=6,000kg)

M: モル質量 (=146g/mol)

R: モル気体定数

(=0.082L・atm/(K・mol))

T: 温度 (=298.15(25°C))

- 保守的に六フッ化硫黄が評価地点までの距離の範囲内で広がり、成層を形成した場合は想定
評価距離は275kV開閉所エリア中心から最も近い重要操作地点までの距離約175mとし、円柱状に広がったと想定
- 対処要員の口元相当である高さ1.5mにおける六フッ化硫黄の濃度を評価

○ 評価結果

対処要員の口元相当である高さ(1.5m)における六フッ化硫黄の濃度は約0.7%となり、防護判断基準値の22%を下回ることを確認した。さらに、濃度100%で成層を形成したと想定した場合の到達高さも約1cmであるため、対処要員に対して影響はない。

なお、実際には評価地点の範囲内で成層状にとどまり続けることはなく、周囲からの入熱や風等の影響で鉛直方向にも拡散、希釈されると考えられることから、対処要員への影響はさらに小さくなると考えられる。六フッ化硫黄と評価地点の関係を図25に示す。

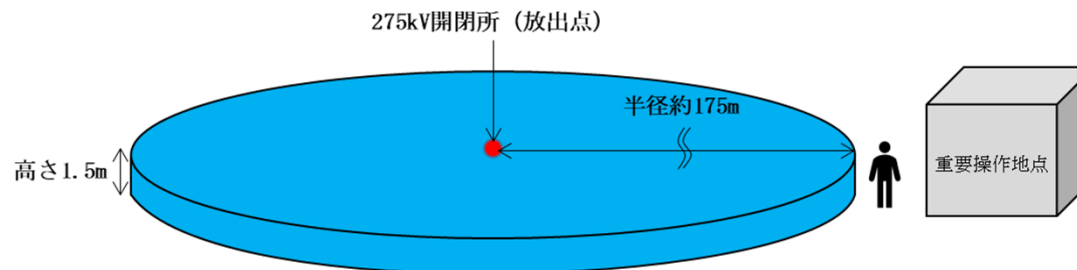


図25 六フッ化硫黄と評価地点の関係

(詳細は、補足説明資料 別紙4-6参照)

【参考】原子力事業者の技術的能力に関する審査指針への適合性①

◆ 技術的能力に関する審査指針への適合性(1/2)

➤ 技術的能力審査指針への適合性については下表のとおり。

項目	関連する審査指針	適合性	既許可からの主な変更点
組織	指針1 設計及び工事のための組織	<ul style="list-style-type: none"> 本変更に係る設計及び工事の業務については、設計方針を本店の発電管理室及び開発計画室にて定め、本設計方針に基づく、現地における具体的な設計及び工事の業務は東海第二発電所において実施する。 	<ul style="list-style-type: none"> 特に変更はない。
	指針5 運転及び保守のための組織	<ul style="list-style-type: none"> 本変更に係る運転及び保守の業務については、運転管理及び施設管理に関する基本的な方針を本店の発電管理室にて策定し、現地における具体的な運転及び保守の業務は保安規定に定められた業務所掌に基づき東海第二発電所において実施する。 	
技術者の確保	指針2 設計及び工事に係る技術者の確保	<ul style="list-style-type: none"> 現在、確保している技術者数にて本変更に係る設計及び運転等の対応が可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> 令和3年5月時点における技術者数及び有資格者数の記載から、最新の状況として令和4年2月時点の技術者数及び有資格者数の記載に更新している。
	指針6 運転及び保守に係る技術者の確保	<ul style="list-style-type: none"> 今後とも設計及び運転等を適切に行い、採用を通じ技術者を確保し、必要な教育及び訓練を行い継続的に育成し、必要な技術者及び有資格者を配置する。 	
経験	指針3 設計及び工事の経験	<ul style="list-style-type: none"> 当社は、昭和32年以来、原子力発電に関する諸調査、諸準備を進めるとともに、技術者を国内及び国外の原子力関係施設へ多数派遣し、技術的能力の蓄積に努めている。 	<ul style="list-style-type: none"> 特に変更はない。
	指針7 運転及び保守の経験	<ul style="list-style-type: none"> 昭和41年7月に東海発電所の営業運転を開始以来、計4基の原子力発電所において、約55年に及ぶ運転及び廃止措置を行っており、運転及び保守について十分な経験を有している。 	

【参考】原子力事業者の技術的能力に関する審査指針への適合性②

◆ 技術的能力に関する審査指針への適合性(2/2)

項目	関連する審査指針	適合性	既許可からの主な変更点
品質保証活動	指針4 設計及び工事に係る品質保証活動 指針8 運転及び保守に係る品質保証活動	・当社における品質保証活動は、品管規則に従い、健全な安全文化を育成し及び維持するための活動、関係法令及び保安規定の遵守に対する意識の向上を図るための活動を含めた品質マネジメントシステムを確立し、実施し、評価確認し、継続的に改善している。	・特に変更はない。
教育・訓練	指針9 技術者に対する教育・訓練	・技術者のほか、原子力防災組織において必要な事務系社員及び協力会社社員に対しては、各役割に応じた自然災害等発生時、重大事故等発生時及び原子炉建屋への故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムによる重大事故等の対応に必要となる技能の維持と知識の向上を図るため、計画的、かつ継続的に教育・訓練を実施する。	・特に変更はない。
有資格者等の選任・配置	指針10 有資格者等の選任・配置	・運転に際して必要となる有資格者等については、その職務が適切に遂行できる者の中から選任し、配置している。	・発電用原子炉主任技術者の休日・夜間の非常招集に係る記載を適正化している。