

女川原子力発電所 2 号炉審査資料	
資料番号	02-G-003(改 5)
提出年月日	2022 年 2 月 22 日

女川原子力発電所 2 号炉
中央制御室，緊急時対策所及び
重大事故等対処上特に重要な操作を
行う地点の有毒ガス防護について

2022 年 2 月

東北電力株式会社

本資料のうち，枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

目 次

1. 評価概要
2. 有毒ガス防護に係る妥当性確認の流れ
3. 評価に当たって行う事項
 - 3.1 固定源及び可動源の調査
 - 3.1.1 敷地内固定源
 - 3.1.2 敷地内可動源
 - 3.1.3 敷地外固定源
 - 3.2 有毒ガス防護判断基準値の設定
4. 対象発生源特定のためのスクリーニング評価
 - 4.1 スクリーニング評価対象物質の設定（種類，貯蔵量及び距離）
 - 4.2 有毒ガスの発生事象の想定
 - 4.3 有毒ガスの放出の評価
 - 4.4 大気拡散及び濃度の評価
 - 4.4.1 原子炉制御室等外評価点
 - 4.4.2 原子炉制御室等外評価点での濃度評価
 - 4.4.3 運転・対処要員の吸気中の濃度評価
 - 4.4.3.1 敷地外固定源
 - 4.5 対象発生源の特定
5. 有毒ガス防護に対する妥当性の判断
 - 5.1 対象発生源がある場合の対策
 - 5.2 予期せず発生する有毒ガスに関する対策
 - 5.2.1 防護具等の配備等
 - 5.2.2 通信連絡設備による伝達
 - 5.2.3 敷地外からの連絡
6. まとめ

別紙 1	ガイドに対する適合性説明資料
別紙 2	調査対象とする有毒化学物質について
別紙 3	敷地外固定源の特定に係る調査対象法令の選定について
別紙 4-1	固定源と可動源について
別紙 4-2	固体あるいは揮発性が乏しい液体の取り扱いについて
別紙 4-3	有毒ガス防護に係る影響評価における高圧ガス容器に貯蔵された液化石油ガス（プロパンガス）の取り扱いについて
別紙 4-4	圧縮ガスの取り扱いについて
別紙 4-5	有毒ガス防護に係る影響評価における建屋内有毒化学物質の取り扱いについて
別紙 4-6	密閉空間で人体影響を考慮すべきものの取り扱いについて
別紙 4-7-1	女川原子力発電所の固定源整理表
別紙 4-7-2	女川原子力発電所の可動源整理表
別紙 4-8	調査対象外とした有毒化学物質について
別紙 5	他の有毒化学物質等との反応により発生する有毒ガスの考慮について
別紙 6	重要操作地点の選定フロー
別紙 7	有毒ガス影響評価に使用する気象条件について
別紙 8-1	選定した解析モデル（ガウスプルームモデル）の適用性について
別紙 8-2	原子炉施設周辺の建屋影響による拡散の影響について
別紙 9-1	予期せず発生する有毒ガス防護に係る実施体制及び手順
別紙 9-2	バックアップの供給体制について
別紙 10	有毒ガス防護に係る規則等への適合性について
別紙 11	1号炉廃棄物処理建屋から2号炉制御建屋への硫化水素の流出事象について
別紙 12	スクリーニング評価に用いる相対濃度について

1. 評価概要

女川原子力発電所の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（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（以下「可動源」という。）から有毒ガスが発生した場合に、中央制御室、緊急時対策所及び重大事故等対処上特に重要な操作を行う地点（以下「重要操作地点」という。）にとどまり対処する要員（以下「運転・対処要員」という。）に対する影響評価を実施した。

スクリーニング評価の結果、女川原子力発電所の敷地内外の固定源及び敷地内可動源には、運転・対処要員の対処能力が著しく損なわれるおそれのある有毒ガスの発生源は存在しないことを確認した。また、その他予期せず発生する有毒ガスに対応するための対策を実施することとした。評価結果の詳細は後述のとおりである。

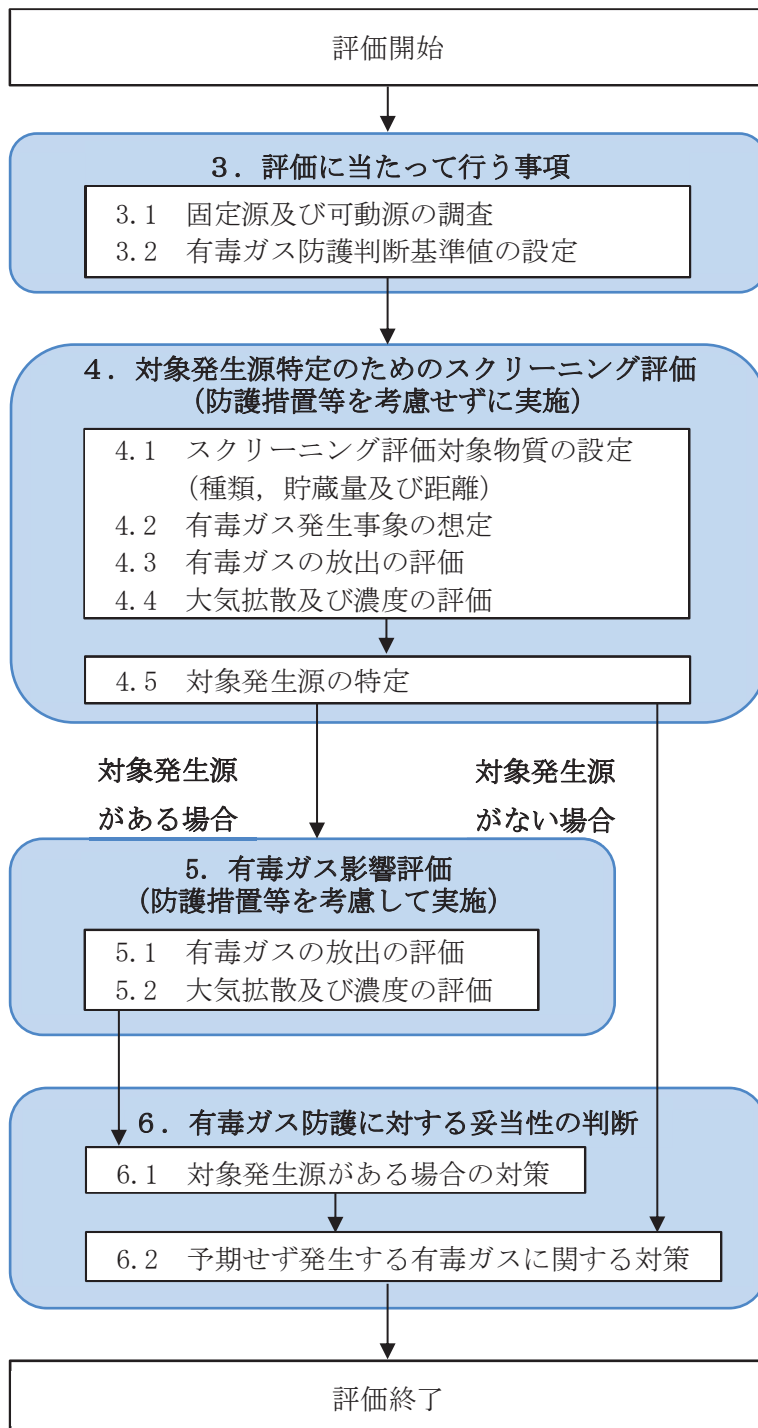
本評価では、「有毒ガス防護に係る影響評価ガイド」（平成29年4月 原子力規制委員会）（以下「ガイド」という。）における「有毒ガス」¹及び「有毒ガス防護判断基準値」²の定義を考慮し、国際化学物質安全性カード等の文献で、人に対する悪影響として吸入による急性毒性が示されている化学物質を有毒化学物質として取り扱うものとする。また、その際は、中枢神経等への影響を考慮する。

なお、本評価では、危険物火災（大型航空機衝突に伴う火災を含む）により発生する有毒ガスは評価対象外とする。

-
- 1 「気体状の有毒化学物質（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）及び有毒化学物質のエアロゾル」
 - 2 「技術基準規則解釈第38条13、第46条2及び第53条3等に規定する「有毒ガス防護のための判断基準値」であって、有毒ガスの急性ばく露に関し、中枢神経等への影響を考慮し、運転・対処要員の対処能力（情報を収集発信する能力、判断する能力、操作する能力等）に支障を来さない想定される濃度限度値をいう。」

2. 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妥当性確認の流れを第 2-1 図に示す。また、ガイドへの対応状況について別紙 1 に示す。



第 2-1 図 有毒ガス防護に係る妥当性確認の流れ

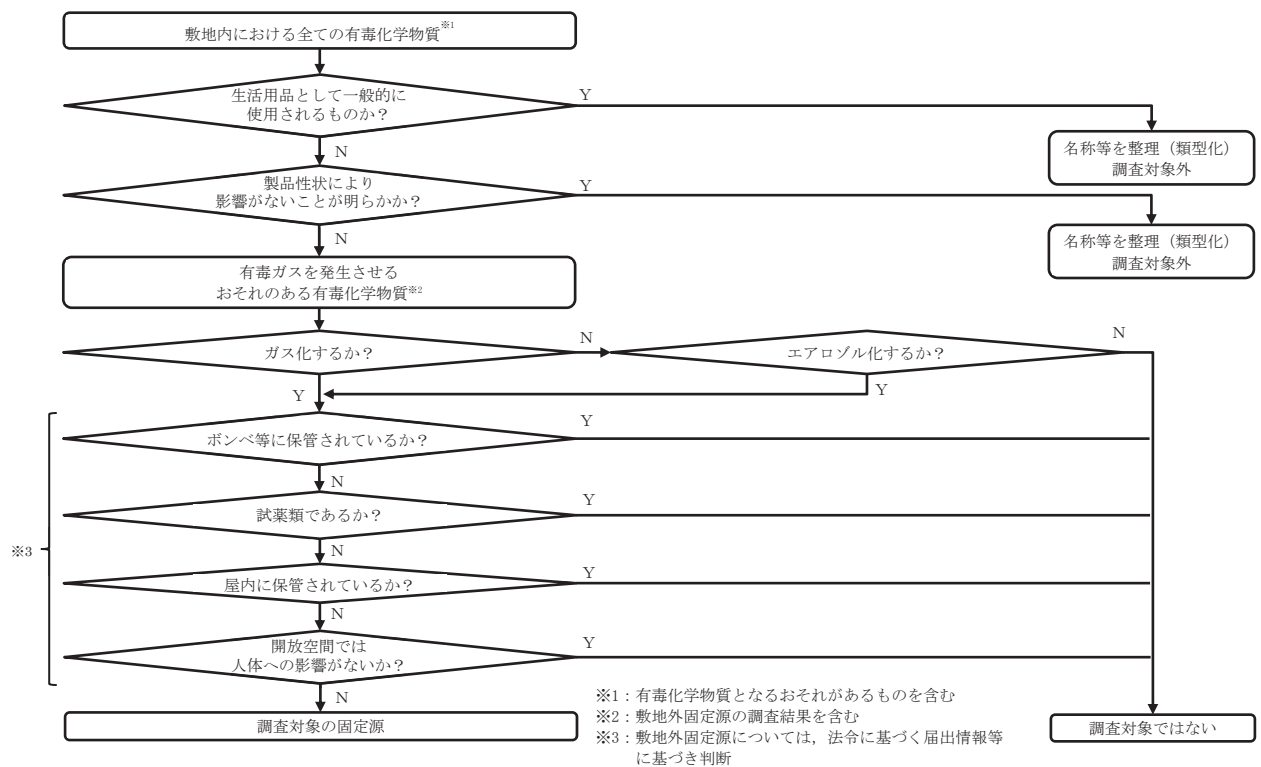
3. 評価に当たって行う事項

3.1 固定源及び可動源の調査

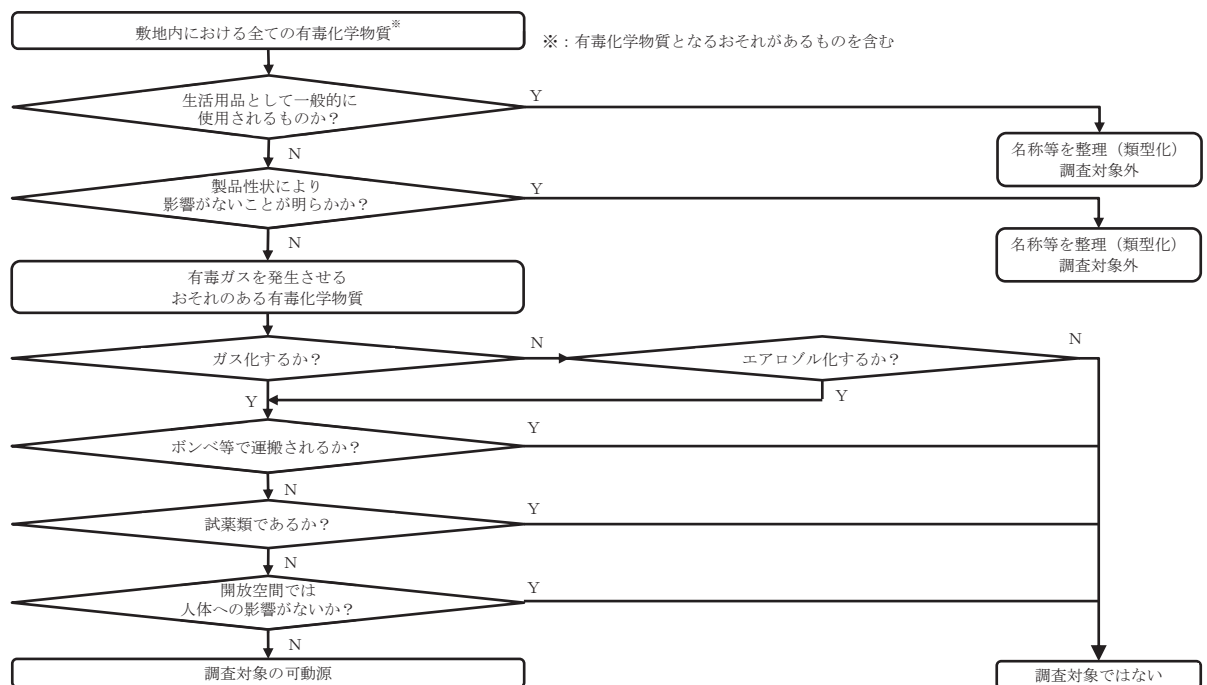
女川原子力発電所の敷地内外の有毒化学物質の調査に当たっては、第 3.1-1 図及び第 3.1-2 図のフローに従い、調査対象とする敷地内固定源、可動源及び敷地外固定源を特定した。

敷地内の有毒化学物質の調査対象の特定に当たっては、別紙 2 に示すとおり対象となる有毒化学物質を選定し、該当するものを整理したうえで、生活用品及び潤滑油やセメント固化の廃棄物のように製品性状により運転・対処要員の対処能力に影響を与える観点で考慮不要と考えられるものについては類型化して整理し、有毒化学物質の性状、貯蔵量、貯蔵方法等から大気中に多量に放出されるおそれがあるか、又は、性状により悪影響を与える可能性があるかを確認した。

敷地外固定源の特定に当たっては、地方公共団体の定める地域防災計画に基づく調査を行った。さらに、別紙 3 に示す検討を踏まえ、法令に基づく届出情報の開示請求により敷地外の貯蔵施設に貯蔵された有毒化学物質を調査対象とした。



第 3.1-1 図 固定源の特定フロー



第 3.1-2 図 可動源の特定フロー

3.1.1 敷地内固定源

国際化学物質安全性カード等を基に有毒化学物質を特定し、敷地内の全ての有毒化学物質を含む可能性のあるものを整理した。そして、生活用品のように日常に存在しているものや、セメント固化の廃棄物のように製品性状等により運転・対処要員の対処能力に影響を与える観点で考慮不要と考えられるものについては、調査対象外とし、解説-4の考え方を参考に、第3.1-1図及び第3.1.1-1表のとおり整理し、有毒化学物質の性状、貯蔵量、貯蔵方法等から大気中に多量に放出されるおそれがあるか、又は、性状として密閉空間にて人体に悪影響があるものかを確認した。

敷地内固定源の調査の結果、スクリーニング評価を必要とする敷地内固定源はないことを確認した。

なお、確認に当たっては、別紙5に示すとおり設備の配置、堰の有無等を考慮し、有毒化学物質が貯蔵施設から流出した際に、他の有毒化学物質等と反応して発生する有毒ガスについても考慮した。

また、重要操作地点については、別紙6に示すフローに従い、選定した。

第 3.1.1-1 表 調査対象外とする考え方

グループ	理由	物質の例 ^{※1}	
調査対象	調査対象として、貯蔵量、発生源と評価点の位置関係、受動的に機能を発揮する設備の有無など必要な情報を整理する。	対象なし	
調査対象外 ^{※2}	固体あるいは揮発性が乏しい液体であること	別紙 4-2 のとおり、揮発性がないことから、有毒ガスとしての影響を考慮しなくてもよいため、調査対象外とする。	硫酸、水酸化ナトリウム、低濃度薬品等
	ボンベ等に保管された有毒化学物質	別紙 4-3, 4-4 のとおり、容器は高圧ガス保安法等に基づいて設計されており、少量漏えいが想定されることから、調査対象外とする。	プロパン、イソブタン、二酸化炭素等
	試薬類	少量であり、使用場所も限られることから、防護対象者に対する影響はなく、調査対象外とする。	分析用薬品
	建屋内保管される薬品タンク	別紙 4-5 のとおり、屋外に多量に放出されないことから、調査対象外とする。	屋内のタンク
	密閉空間で人体に影響を与える性状	別紙 4-6 のとおり、評価地点との関係が密閉空間でないことから調査対象外と整理する。	六フッ化硫黄

※1：敷地内固定源及び可動源の詳細は、別紙 4-7-1, 4-7-2 に示す。

※2：調査対象外とした有毒化学物質に対する防護措置への影響については、別紙 4-8 に示す。

※3：今後、新たに薬品を使用する場合には、固定源・可動源の特定フロー等を基に、ガイドへの適合性を確認し、必要に応じて防護措置をとることを発電所の文書に定め、運用管理するものとする。

3.1.2 敷地内可動源

国際化学物質安全性カード等を基に有毒化学物質を特定し、敷地内の全ての有毒化学物質を含む可能性のあるものを整理した。そして、生活用品のように日常に存在しているものや、セメント固化の廃棄物のように製品性状等により運転・対処要員の対処能力に影響を与える観点で考慮不要と考えられるものについては、調査対象外とし、解説-4の考え方を参考に、第3.1-2図及び第3.1.1-1表のとおり整理し、有毒化学物質の性状、貯蔵量、貯蔵方法等から大気中に多量に放出されるおそれがあるか、又は、性状として密閉空間にて人体に悪影響があるものかを確認した。

敷地内可動源の調査の結果、スクリーニング評価を必要とする敷地内可動源はないことを確認した。

3.1.3 敷地外固定源

女川原子力発電所における敷地外固定源の特定に当たっては、地方公共団体の定める地域防災計画を確認する他、法令に基づく届出情報の開示請求により敷地外の貯蔵施設に貯蔵された化学物質を調査し、貯蔵が確認された化学物質の性状から有毒ガスの発生が考えられるものを敷地外固定源とした。

調査対象とする法令は、化学物質の規制に係る法律のうち、化学物質の貯蔵量等に係る届出義務のある以下の法律とした。(別紙3参照)

- ・毒物及び劇物取締法
- ・消防法
- ・高圧ガス保安法
- ・ガス事業法

調査結果から得られた化学物質を、「3.1.1 敷地内固定源」の考え方を基に整理し、流出時に多量に放出されるおそれがあるかを確認した。

敷地外固定源の調査の結果、高圧ガス保安法(冷凍保安規則)に基づく届出情報から抽出された敷地外固定源のうち、アンモニアをスクリーニング評価の対象として特定した。

女川原子力発電所における敷地外固定源の調査では、地域防災計画及び法令に基づく届出情報から、敷地外固定源を抽出している。

これらのうち、地域防災計画から抽出された敷地外固定源は、消防法に基づく届出情報から抽出された敷地外固定源に包絡されることを確認している。

また、消防法及びガス事業法に基づく届出情報から抽出された敷地外固定源は、届出情報等から貯蔵容器が高圧ガス容器であることを確認している。

一方、高圧ガス保安法(冷凍保安規則)に基づく届出情報からは、冷凍設備の冷媒が敷地外固定源として抽出されており、これらの冷媒については、同法に基づく届出がなされていることから、同法に基づく設計の容器に保管されていると推定できるが、消防法及びガス事業法とは異なり、届出情報からは貯蔵容器について確認できない。

これを踏まえ、同法に基づく届出情報から抽出された敷地外固定源であるアンモニ

ア、R-22 及び R-404A のうち、有毒ガス防護判断基準値が R-22 (32,000ppm) 及び R-404A (8,000ppm) と比較して小さいアンモニア (300ppm) については、大気中に放出された場合に中央制御室及び緊急時対策所に与える影響が大きいと考えられるため、有毒ガス防護に係る影響評価の保守性の観点からスクリーニング評価を実施することとした。(詳細は別紙 4-7-1 を参照)

なお、毒物及び劇物取締法からは敷地外固定源は抽出されなかった。

敷地外固定源を抽出した結果を第 3.1.3-1 表に示す。また、各評価点と敷地外固定源との位置関係を第 3.1.3-2 表、第 3.1.3-1 図及び第 3.1.3-2 図に示す。

なお、中央制御室から半径 10km 以内及び近傍には、多量の有毒化学物質を保有する化学工場はないことを確認している。

第 3.1.3-1 表 敷地外固定源の調査結果

関連法令	敷地外固定源※1	届出種類※2	施設数	薬品濃度 (wt%)	合計貯蔵量 (kg)	貯蔵方法	堰	標高※3 (m)	その他※4
高圧ガス保安法	アンモニア①	第 1 種製造	4	—※5	1500※6	容器※7	—※5	1.5	—※5
	アンモニア②	第 1 種製造		—※5	1500※6	容器※7	—※5	1.4	—※5
	アンモニア③	第 2 種製造		—※5	200※6	容器※7	—※5	9.0	—※5
	アンモニア④	第 2 種製造		—※5	200※6	容器※7	—※5	2.6	—※5

※1：敷地外固定源の詳細は、別紙 4-7-1 に示す

※2：高圧ガス保安法 冷凍保安規則に基づく届出

※3：参考値。スクリーニング評価においては、評価点との高低差を考慮せず地上放出として取り扱う

※4：電源、人的操作等を必要とせず、有毒ガス発生抑制等の効果が見込める設備（例えば、堰内のフロート等）

※5：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。薬品濃度については、スクリーニング評価における評価の保守性の観点から濃度 100%として取り扱う

※6：届出情報を考慮した推定値。届出情報からは冷媒の充填量は把握できないため、第 1 種製造は、業種や冷媒種類を考慮して使用が想定される冷凍冷蔵機器の冷媒充填量の上限值である 1500kg を採用。第 2 種製造は、第 2 種製造の届出の冷媒充填量の上限值 (200kg) を採用

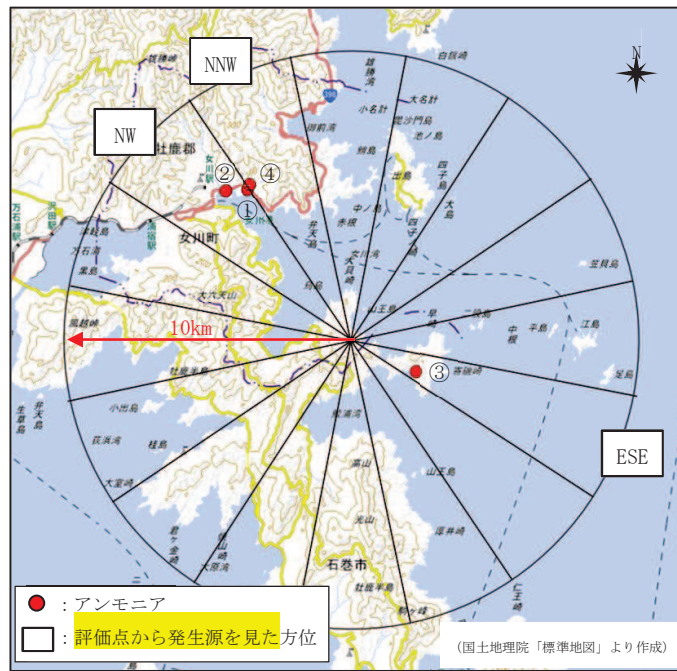
※7：高圧ガス保安法に基づく容器

第 3.1.3-2 表 各評価点と敷地外固定源との位置関係

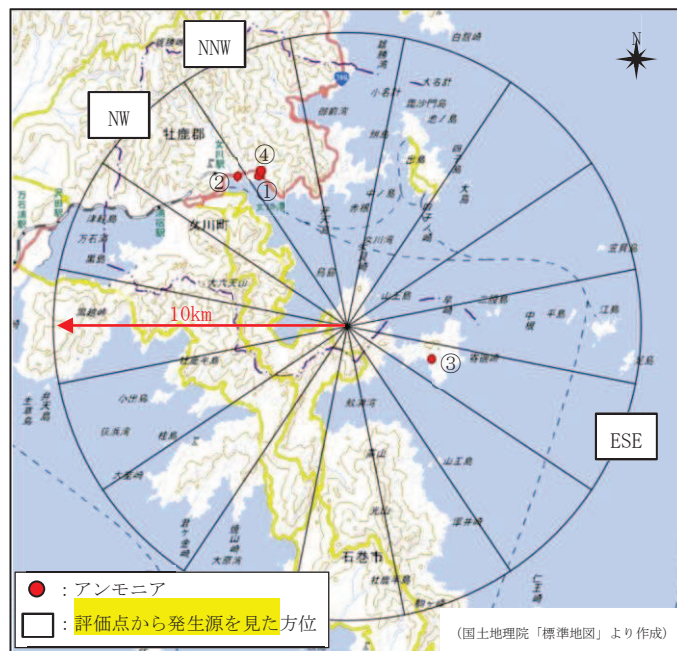
評価点	敷地外固定源	合計貯蔵量 (kg)	距離※1 (m)	高低差※2 (m)	評価点から発生源を見た方位
中央制御室	アンモニア①	1500	6300	—	NW
	アンモニア②	1500	6700	—	NW
	アンモニア③	200	2400	—	ESE
	アンモニア④	200	6400	—	NNW
緊急時対策所	アンモニア①	1500	5900	—	NNW
	アンモニア②	1500	6300	—	NW
	アンモニア③	200	3000	—	ESE
	アンモニア④	200	6000	—	NNW

※1：100m 未満切り捨て

※2：スクリーニング評価においては、評価点との高低差を考慮せず地上放出として取り扱う



第 3. 1. 3-1 図 中央制御室と敷地外固定源の位置関係



第 3. 1. 3-2 図 緊急時対策所と敷地外固定源の位置関係

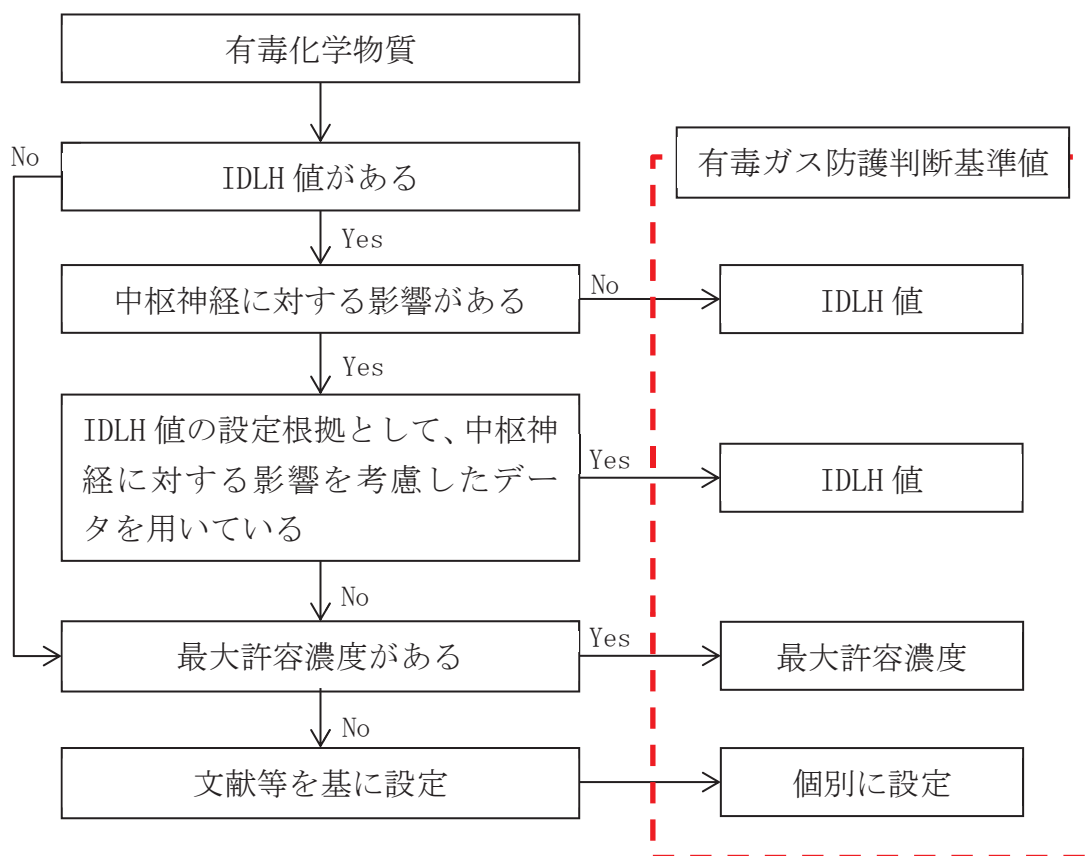
3.2 有毒ガス防護判断基準値の設定

固定源として考慮すべき有毒化学物質であるアンモニアについて、有毒ガス防護判断基準値を設定した。有毒ガス防護判断基準値を第 3.2-1 表に示す。

有毒ガス防護判断基準値は、第 3.2-1 図に示す考え方に基づき設定した。固定源又は敷地内可動源の有毒ガス防護判断基準値の設定に関する考え方を第 3.2-2 表に示す。

第 3.2-1 表 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	300ppm	IDLH 値



第 3.2-1 図 有毒ガス防護判断基準値設定の考え方

第 3.2-2 表 有毒ガス防護判断基準値設定の考え方 (アンモニア)

		記載内容
国際化学物質安全性カード (短期曝露の影響) (ICSC:0414, 10月2013)		この液体が急速に気化すると、凍傷を引き起こすことがある。本物質は眼、皮膚および気道に対して、腐食性を示す。曝露すると、のどが腫れ、窒息を引き起こすことがある。吸入すると、眼や気道に腐食の影響が現われてから肺水腫を引き起こすことがある。
IDLH (1994)	基準値	300ppm
	致死 (LC) データ	1 時間の LC ₅₀ 値 (マウス) が 4,230ppm 等 [Kapeghian et al. 1982]
	人体のデータ	IDLH 値 300ppm はヒトの急性吸入毒性データに基づいている。 [Henderson and Haggard 1943; Silverman et al. 1946] 最大短時間曝露許容値は、0.5～1 時間で 300～500ppm であると報告されている。 [Henderson and Haggard 1943] 500ppm に 30 分間曝露された 7 人の被験者において、呼吸数の変化及び中等度から重度の刺激が報告されている。 [Silverman et al. 1946]
		IDLH 値があるが、中枢神経に対する影響が明示されていない。



IDLH 値の 300ppm を有毒ガス防護判断基準値とする

 : 有毒ガス防護判断基準値設定の直接的根拠

4. 対象発生源特定のためのスクリーニング評価

スクリーニング評価は、ガイドに従い、第4-1表のとおり実施する。

敷地外固定源からの有毒ガスの発生を想定し、防護措置を考慮せずに中央制御室及び緊急時対策所における有毒ガス濃度の評価を実施する。

なお、スクリーニング評価が必要な敷地内固定源及び敷地内可動源は存在しなかったことから、重要操作地点に対する評価及び敷地内可動源に係る評価は実施していない。

第4-1表 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	○	△	△
緊急時制御室	○	△	△
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

4.1 スクリーニング評価対象物質の設定（種類、貯蔵量及び距離）

3.1で特定された全ての固定源について、貯蔵されている有毒化学物質の種類、貯蔵量及び距離を設定する。

4.2 有毒ガスの発生事象の想定

敷地外の固定源については、同時に全ての貯蔵容器が損傷し、当該全ての容器に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する。

4.3 有毒ガスの放出の評価

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する。

敷地外固定源であるアンモニアは、高圧ガス保安法（冷凍保安規則）に基づく届出がなされていることから、同法に基づく設計の容器に保管されていると推定している。

高圧ガス容器に係る過去の事故事例からは、東日本大震災等の災害時においても、配管破損の事例はあるものの、高圧ガス容器の破損事例は認められていないことを考慮すると、内容量が瞬時に全量放出される漏えい形態は考え難く、接続配管や接続機器からの継続的な漏えいによる放出を想定するのが現実的と考えられる。

これを踏まえ、本評価においては、敷地外固定源の貯蔵量を想定される上限値に設

定した上で、「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に示された実効放出継続時間のうち最も短い1時間での放出を想定する。

本評価において使用するアンモニアの貯蔵量は、届出情報から得られた届出種類に内容量の上限值がある場合は当該の数値を、上限値がない場合は、冷凍保安規則に基づく届出がなされていることを踏まえ、業種や冷媒種類を考慮して使用が想定される冷凍冷蔵機器の冷媒充填量の上限值を設定している。

また、本評価における有毒ガスの拡散は、「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に示されたガウスプルームモデルを適用して評価しており、地表面粗度や建屋巻き込みの影響を考慮しない保守的な想定をしている。

4.4 大気拡散及び濃度の評価

中央制御室及び緊急時対策所における有毒ガス濃度を評価する。

原子炉制御室等外評価点での濃度を評価し、運転員の吸気中の濃度を評価する。

その際、原子炉制御室等外評価点での濃度の有毒ガスが、原子炉制御室等の換気空調設備の通常運転モードで原子炉制御室等に取り込まれると仮定する。

4.4.1 原子炉制御室等外評価点

原子炉制御室等外評価点として、中央制御室及び緊急時対策所の外気取入口を設定する。

なお、スクリーニング評価対象となる敷地内固定源は存在しないことから、重要操作地点の評価は実施していない。

4.4.2 原子炉制御室等外評価点での濃度評価

大気拡散の評価は、「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である(4-1)式及び(4-2-1, 2)式に従い、相対濃度を算出する。

解析に用いる気象条件は、女川原子力発電所の安全解析に使用している気象(2012年1月～2012年12月)とする。当該気象は、当該気象を検定年としたF分布検定により、当該気象を除く至近10年(2010年1月～2020年12月)の気象データと比較して特に異常な年ではないことを確認している。(詳細は別紙7を参照)

なお、スクリーニング評価が必要な敷地内固定源及び敷地内可動源がないことから、建屋影響を考慮した評価は実施していない。

$$\chi/Q = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (\chi/Q)_i \cdot a \delta_i \quad \dots (4-1)$$

(建屋影響を考慮しない場合)

$$(\chi/Q)_i = \frac{1}{\pi \cdot \sigma_{yi} \cdot \sigma_{zi} \cdot U_i} \cdot \exp\left(-\frac{H^2}{2\sigma_{zi}^2}\right) \quad \dots (4-2-1)$$

(建屋影響を考慮する場合)

$$(\chi/Q)_i = \frac{1}{\pi \cdot \Sigma_{yi} \cdot \Sigma_{zi} \cdot U_i} \cdot \exp\left(-\frac{H^2}{2\Sigma_{zi}^2}\right) \quad \dots (4-2-2)$$

χ/Q : 実効放出継続時間中の相対濃度 (s/m³)

T : 実効放出継続時間 (h)

$(\chi/Q)_i$: 時刻*i*における相対濃度 (s/m³)

${}_d\delta_i$: 時刻*i*において風向が当該方位 *d* にあるとき ${}_d\delta_i=1$
 時刻*i*において風向が当該方位 *d* にないとき ${}_d\delta_i=0$

σ_{yi} : 時刻*i*における濃度分布の *y* 方向の拡がりのパラメータ (m)

σ_{zi} : 時刻*i*における濃度分布の *z* 方向の拡がりのパラメータ (m)

U_i : 時刻*i*における風速 (m/s)

H : 放出源の有効高さ (m)

Σ_{yi} : $\left(\sigma_{yi}^2 + \frac{cA}{\pi}\right)^{1/2}$

Σ_{zi} : $\left(\sigma_{zi}^2 + \frac{cA}{\pi}\right)^{1/2}$

A : 建屋等の風向方向の投影面積 (m²)

c : 形状係数

4. 4. 3 運転・対処要員の吸気中の濃度評価

(4-1)式により算出した相対濃度を用いて、運転・対処要員の吸気中の有毒ガス濃度を評価する。評価に当たっては、まず外気濃度を評価する。外気濃度の評価は(4-3)式を用いて算出する。評価点における濃度は、年間毎時刻での外気濃度を小さい方から順に並べ、累積出現頻度 97%に当たる値を用いる。

累積出現頻度 97%に当たる値が得られない場合においては、累積出現頻度 98%に当たる値を用いる。

$$C_{ppm(out)} = \frac{C}{M} \times 22.4 \times \frac{T}{273.15} \times 10^6 \quad (\text{ppm}) \quad \dots (4-3)$$

(液体状有毒化学物質の評価)

$$C = E \times \chi/Q \quad (\text{kg/m}^3) \quad \dots (4-4-1)$$

(ガス状有毒化学物質の評価)

$$C = q_{GW} \times \chi/Q \quad (\text{kg/m}^3) \quad \dots (4-4-2)$$

$C_{ppm(out)}$: 外気濃度 (ppm)
C	: 外気濃度 (kg/m ³) = (g/L)
M	: 物質の分子量 (g/mol)
T	: 気温 (K)
E	: 蒸発率 (kg/s)
q_{GW}	: 質量放出率 (kg/s)
χ/Q	: 相対濃度 (s/m ³)

また、必要に応じ中央制御室及び緊急時対策所については、(4-3)式により算出した外気濃度を用いて、(4-5)式を用いて室内の濃度を算出する。

$$C_{ppm(in)} = C_{ppm(out)} \times \{1 - \exp(-\lambda t)\} \quad \dots (4-5)$$

$C_{ppm(in)}$: 室内濃度 (ppm)
λ	: 換気率 (1/h)
t	: 放出継続時間 (h)

※: 換気率は、以下の式から算出する。

$$\text{換気率 (1/h)} = \text{換気量 (m}^3\text{/h)} / \text{室内容積 (m}^3\text{)}$$

(4-3)式により算出した外気濃度又は(4-5)式により算出した室内濃度を用いて、中央制御室及び緊急時対策所の有毒ガス濃度を評価する。

このとき、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の1方位及びその隣接方位に敷地外の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。

なお、合算に当たり、空気中にn種類の有毒ガスがある場合は、(4-6)式により、各有毒ガスの濃度の、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。

$$I = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \dots + \frac{C_i}{T_i} + \dots + \frac{C_n}{T_n} \quad \dots (4-6)$$

C_i : 有毒ガス*i*の濃度

T_i : 有毒ガス*i*の有毒ガス防護判断基準値

4.4.3.1 敷地外固定源

大気拡散評価条件を第4.4.3.1-1表に、放出率及び相対濃度の評価結果を第4.4.3.1-2表に、固定源による有毒ガス濃度の評価結果を第4.4.3.1-3表に示す。

なお、固定源として考慮すべき有毒化学物質はアンモニア1種類であることから、有毒ガス防護判断基準値に対する割合の和の算出は実施していない。

評価の結果、中央制御室及び緊急時対策所の外気取入口における有毒ガス濃度は、

いずれもアンモニアの有毒ガス防護判断基準値（300ppm）を超えないことを確認した。また、中央制御室等の外気取入口における有毒ガス濃度が防護判断基準値を超えないことから、換気等を考慮した中央制御室等内の濃度評価は実施していない。

第 4.4.3.1-1 表 大気拡散評価条件

項目	評価条件	選定理由
大気拡散評価モデル	「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に従い算出	有毒ガスの放出形態を考慮して設定（別紙 8-1 参照）
気象データ	女川原子力発電所における 1 年間の気象データ (2012 年 1 月～2012 年 12 月)	評価対象とする地理的範囲を代表する気象であることから設定 (別紙 7 参照)
実効放出継続時間	1 時間	「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適用のため
放出源及び放出源高さ	固定源ごとに評価点との位置関係を考慮し設定	ガイドに示されたとおり設定
累積出現頻度	小さい方から累積して 97%*	ガイドに示されたとおり設定
建屋影響	考慮しない	発生源から評価点の離隔が十分あるため（別紙 8-2 参照）
濃度の評価点	中央制御室及び緊急時対策所	ガイドに示されたとおり設定

※：累積出現頻度 97%値が得られない場合においては、累積出現頻度 98%に当たる値を用いる

第 4. 4. 3. 1-2 表 (1/2) 放出率及び大気拡散評価の評価結果 (中央制御室)

敷地外固定源	放出率評価条件			放出率 ^{※2} (kg/s)
	薬品濃度 ^{※1} (wt%)	貯蔵量 (kg)	放出継続時間 (h)	
アンモニア①	100	1500	1.0×10 ⁰	4.2×10 ⁻¹
アンモニア②	100	1500	1.0×10 ⁰	4.2×10 ⁻¹
アンモニア③	100	200	1.0×10 ⁰	5.6×10 ⁻²
アンモニア④	100	200	1.0×10 ⁰	5.6×10 ⁻²

敷地外固定源	相対濃度評価条件							相対濃度 ^{※4} (s/m ³)
	距離 ^{※3} (m)	発生源から 評価点 を見た 方位	風速 (m/s)	風向	大気 安定度	実効放出 継続時間 (h)	建屋影響	
アンモニア①	6300	SE	2.8	NW	F	1	考慮しない	1.7×10 ⁻⁵
アンモニア②	6700	SE	2.8	NW	F	1	考慮しない	1.6×10 ⁻⁵
アンモニア③	2400	WNW	0.8	ESE	B	1	考慮しない	2.7×10 ⁻⁶ ^{※5}
アンモニア④	6400	SSE	1.9	NNW	D	1	考慮しない	4.1×10 ⁻⁶ ^{※5}

※1：情報が得られなかったことから 100%として評価

※2：アンモニアは冷凍設備の冷媒であり、液化ガスとして高圧の状態では保管されていると想定されるため、貯蔵容器から流出した瞬間に蒸発してガス化し、1時間で全量放出されると想定

※3：100m 未満切り捨て

※4：有効数字 3 桁目切り上げ

※5：累積出現頻度 98%

第 4. 4. 3. 1-2 表 (2/2) 放出率及び大気拡散評価の評価結果 (緊急時対策所)

敷地外固定源	放出率評価条件			放出率 ^{※2} (kg/s)
	薬品濃度 ^{※1} (wt%)	貯蔵量 (kg)	放出継続時間 (h)	
アンモニア①	100	1500	1.0×10 ⁰	4.2×10 ⁻¹
アンモニア②	100	1500	1.0×10 ⁰	4.2×10 ⁻¹
アンモニア③	100	200	1.0×10 ⁰	5.6×10 ⁻²
アンモニア④	100	200	1.0×10 ⁰	5.6×10 ⁻²

敷地外固定源	相対濃度評価条件							相対濃度 ^{※4} (s/m ³)
	距離 ^{※3} (m)	発生源から 評価点 を見た 方位	風速 (m/s)	風向	大気 安定度	実効放出 継続時間 (h)	建屋影響	
アンモニア①	5900	SSE	1.9	NNW	D	1	考慮しない	4.6×10 ⁻⁶ ^{※5}
アンモニア②	6300	SE	2.8	NW	F	1	考慮しない	1.7×10 ⁻⁵
アンモニア③	3000	WNW	0.8	ESE	B	1	考慮しない	1.5×10 ⁻⁶ ^{※5}
アンモニア④	6000	SSE	1.9	NNW	D	1	考慮しない	4.5×10 ⁻⁶ ^{※5}

※1：情報が得られなかったことから 100%として評価

※2：アンモニアは冷凍設備の冷媒であり、液化ガスとして高圧の状態では保管されていると想定されるため、貯蔵容器から流出した瞬間に蒸発してガス化し、1時間で全量放出されると想定

※3：100m 未満切り捨て

※4：有効数字 3 桁目切り上げ

※5：累積出現頻度 98%

第 4.4.3.1-3 表 (1/2) 固定源による有毒ガス影響評価結果

(中央制御室, 影響が最大となる方位: NW, NNW)

敷地外固定源	評価点から 発生源を見た方位	放出率 (kg/s)	相対濃度 (s/m ³)	評価点における 有毒ガス濃度 ^{※1, ※2, ※3} (ppm)
アンモニア①	NW	4.2×10^{-1}	1.7×10^{-5}	1.1×10^1
アンモニア②	NW	4.2×10^{-1}	1.6×10^{-5}	9.6×10^0
アンモニア③	ESE	5.6×10^{-2}	2.7×10^{-6}	(2.2×10^{-1})
アンモニア④	NNW	5.6×10^{-2}	4.1×10^{-6}	3.3×10^{-1}

※1: 括弧内の値は, 敷地外固定源が設置されている方位のうち, 隣接方位の濃度を合算した値が最も高くなる方位 (NW, NNW) 及びその隣接方位 (WNW, N) に該当しない方位における濃度を示す

※2: 外気取入口における濃度。25℃, 1気圧におけるアンモニア (分子量 17.0g/mol) の体積分率

※3: 有効数字 3 桁目を切り上げ

敷地外固定源	評価点から 発生源を 見た方位	当該方位における 有毒ガス濃度 ^{※1} (ppm)	隣接方位を含めた 有毒ガス濃度の合計 ^{※1, ※2} (ppm)	防護判断 基準値 ^{※1} (ppm)	評価
—	N	—	—	—	—
—	NNE	—	—	—	—
—	NE	—	—	—	—
—	ENE	—	—	—	—
—	E	—	—	—	—
アンモニア③	ESE	2.2×10^{-1}	2.2×10^{-1}	300	影響なし
—	SE	—	—	—	—
—	SSE	—	—	—	—
—	S	—	—	—	—
—	SSW	—	—	—	—
—	SW	—	—	—	—
—	WSW	—	—	—	—
—	W	—	—	—	—
—	WNW	—	—	—	—
アンモニア①②	NW	2.1×10^1	2.2×10^1	300	影響なし
アンモニア④	NNW	3.3×10^{-1}	2.2×10^1	300	影響なし

※1: 固定源がない方位に “—” と記載

※2: 有効数字 3 桁目を切り上げ

第 4.4.3.1-3 表 (2/2) 固定源による有毒ガス影響評価結果

(緊急時対策所, 影響が最大となる方位: NW, NNW)

敷地外固定源	評価点から 発生源を見た方位	放出率 (kg/s)	相対濃度 (s/m ³)	評価点における 有毒ガス濃度 ^{※1, ※2, ※3} (ppm)
アンモニア①	NNW	4.2×10^{-1}	4.6×10^{-6}	2.8×10^0
アンモニア②	NW	4.2×10^{-1}	1.7×10^{-5}	1.1×10^1
アンモニア③	ESE	5.6×10^{-2}	1.5×10^{-6}	(1.2×10^{-1})
アンモニア④	NNW	5.6×10^{-2}	4.5×10^{-6}	3.6×10^{-1}

※1: 括弧内の値は, 敷地外固定源が設置されている方位のうち, 隣接方位の濃度を合算した値が最も高くなる方位 (NW, NNW) 及びその隣接方位 (WNW, N) に該当しない方位における濃度を示す

※2: 外気取入口における濃度。25℃, 1気圧におけるアンモニア (分子量 17.0g/mol) の体積分率

※3: 有効数字 3 桁目を切り上げ

敷地外固定源	評価点から 発生源を 見た方位	当該方位における 有毒ガス濃度 ^{※1} (ppm)	隣接方位を含めた 有毒ガス濃度の合計 ^{※1, ※2} (ppm)	防護判断 基準値 ^{※1} (ppm)	評価
—	N	—	—	—	—
—	NNE	—	—	—	—
—	NE	—	—	—	—
—	ENE	—	—	—	—
—	E	—	—	—	—
アンモニア③	ESE	1.2×10^{-1}	1.2×10^{-1}	300	影響なし
—	SE	—	—	—	—
—	SSE	—	—	—	—
—	S	—	—	—	—
—	SSW	—	—	—	—
—	SW	—	—	—	—
—	WSW	—	—	—	—
—	W	—	—	—	—
—	WNW	—	—	—	—
アンモニア②	NW	1.1×10^1	1.5×10^1	300	影響なし
アンモニア①④	NNW	3.2×10^0	1.5×10^1	300	影響なし

※1: 固定源がない方位に “—” と記載

※2: 有効数字 3 桁目を切り上げ

4.5 対象発生源の特定

敷地外固定源から有毒ガスの発生を想定し、中央制御室及び緊急時対策所に与える影響を評価した結果、中央制御室及び緊急時対策所における有毒ガス濃度は、いずれも有毒ガス防護判断基準値を超過しない。

この結果より、女川原子力発電所2号炉において、運転・対処要員の対処能力が著しく損なわれるおそれのある有毒ガスの対象発生源はないことを確認した。

5. 有毒ガス防護に対する妥当性の判断

女川原子力発電所において、中央制御室及び緊急時対策所の防護対象となる運転・対処要員の対処能力が著しく損なわれることがないように、有毒ガス防護対策を以下のとおり実施する。

5.1 対象発生源がある場合の対策

女川原子力発電所2号炉に対しては、対象発生源がないことから、“対象発生源がある場合の対策”に該当するものはない。

5.2 予期せず発生する有毒ガスに関する対策

予期せず発生する有毒ガスが及ぼす影響により、運転・対処要員のうち初動対応を行う者（以下「運転・初動要員」という。）の対処能力が著しく損なわれることがないように、運転・初動要員に対して、以下の対策を実施する。なお、本対策の実施においては、特定の発生地点は想定していない。

5.2.1 防護具等の配備等

中央制御室及び緊急時対策所の運転・初動要員に対して、必要人数分の自給式呼吸器を有毒ガス防護用に配備するとともに、予期せず発生する有毒ガスからの防護のための実施体制及び手順を整備する。

酸素ボンベについては、自給式呼吸器を1人当たり6時間使用するために必要となる数量を有毒ガス防護用に配備する。

さらに、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を整備する。

(1) 必要人数分の自給式呼吸器の配備

中央制御室及び緊急時対策所の運転・初動要員に対して、予期せぬ有毒ガスの発生に対応するため、第 5.2.1-1 表に示す、必要となる自給式呼吸器の数量を確保し、所定の場所に配備する。

第 5.2.1-1 表 自給式呼吸器の配備

対象箇所（防護対象者）	要員数	自給式呼吸器数量	配備場所
中央制御室（運転員）	7 人	7 個	制御建屋 （中央制御室）
緊急時対策所 （運転員以外の運転・初動要員）	6 人	6 個	緊急時対策建屋 （緊急時対策所）

(2) 一定量の酸素ボンベの配備

中央制御室及び緊急時対策所の運転・初動要員に対して、予期せず発生する有毒ガスから一定期間防護が可能となるよう、第 5.2.1-2 表に示す、必要となる酸素ボンベの数量を確保し、所定の場所に配備する。

第 5.2.1-2 表 酸素ボンベの配備

対象箇所（防護対象者）	要員数	酸素ボンベ数量※	配備場所
中央制御室（運転員）	7 人	7 本	制御建屋 （中央制御室）
緊急時対策所 （運転員以外の運転・初動要員）	6 人	6 本	緊急時対策建屋 （緊急時対策所）

※：ガイドに基づき、1 人当たり自給式呼吸器を 6 時間使用するのに必要となる酸素ボンベの数量を設定（別紙 9-1 参照）

(3) 防護のための実施体制及び手順

中央制御室及び緊急時対策所の運転・初動要員に対して、予期せず発生する有毒ガス防護に係る実施体制及び手順を、別紙 9-1 のとおり整備する。

(4) バックアップの供給体制の整備

中央制御室及び緊急時対策所の運転・初動要員に対して、予期せぬ有毒ガスの発生が継続した場合を考慮し、継続的な対応が可能となるよう、敷地外からの酸素ボンベの供給体制を、別紙 9-2 のとおり整備する。

5.2.2 通信連絡設備による伝達

中央制御室及び緊急時対策所の運転・初動要員に対して、予期せぬ有毒ガスの発生を知らせるための実施体制及び手順を、別紙9-1のとおり整備する。

有毒ガス発生の情報、異臭の連絡又は複数の体調不良者の同時発生の情報を得た場合、連絡責任者へ連絡する。

連絡を受けた連絡責任者は、運転員以外の運転・初動要員を召集し、召集された総括責任者（平日勤務時間は発電所長又はその代行者、休日・夜間は休日当番者）は、有毒ガスによる影響が考えられる場合、発電所対策本部を設置する。

発電所対策本部長（発電所長又はその代行者）は、発電課長等に対して防護措置を指示する。

なお、通信連絡設備は、既存のもの（設置許可基準規則第35条、第62条）を使用する。

5.2.3 敷地外からの連絡

敷地外から予期せぬ有毒ガスの発生に係る情報を入手した場合に、中央制御室の発電課長に対して敷地外の予期せぬ有毒ガスの発生を知らせるための仕組みについては、5.2.2の実施体制及び手順と同様である。

6. まとめ

有毒ガス防護に関する規制改正をうけ、女川原子力発電所における有毒ガス発生時の影響評価を実施した。

評価手法は、ガイドを参照し、有毒ガス発生時の影響評価を実施した。

評価に当たり、女川原子力発電所内外の有毒化学物質を特定し、防護判断基準値を設定した。

敷地内固定源及び敷地内可動源はスクリーニング評価対象物質が無いことを確認した。また、敷地外固定源に対しては、漏えい時の評価を実施し、中央制御室の外気取入口等の評価地点において、有毒ガス濃度が防護判断基準値を超えない（運転員等の対処能力が損なわれない）ことから、設置許可基準規則にて定義される「有毒ガスの発生源」はなく、検出器及び警報装置を設けなくとも、運転員等は、中央制御室等に一定期間とどまり、支障なく必要な措置をとるための操作を行うことができることを確認した。

その他対応として、予期せぬ有毒ガスの発生に対応するため自給式呼吸器の配備、着用の手順及び体制を整備し、自給式呼吸器の補給に係るバックアップ体制を整備することとした。また、有毒ガスの確認時の通信連絡設備の手順についても整備することとした。

今後、新たな薬品を使用する場合には、固定源・可動源の特定フロー等を基に、ガイドへの適合性を確認し、必要に応じて防護措置を取ることを発電所の文書に定め、運用管理するものとする。

以上のことから、有毒ガス防護に係る設置許可基準規則に適合していることを確認した。有毒ガス防護に係る規則等への適合性を別紙10に示す。

有毒ガス防護に係る影響評価ガイド	原子炉制御室等における有毒ガス防護に係る影響評価の対応状況																								
<p>1. 総則</p> <p>1.1 目的 本評価ガイドは、設置許可基準規則¹ 第26条第3項等に関し、実用発電用原子炉及びその附属施設（以下「実用発電用原子炉施設」という。）の敷地内外（以下単に「敷地内外」という。）において貯蔵又は輸送されている有毒化学物質から有毒ガスが発生した場合に、1.2に示す原子炉制御室、緊急時制御室及び緊急時対策所（以下「原子炉制御室等」という。）内並びに重大事故等対処上特に重要な操作を行う地点（1.3（11）参照。以下「重要操作地点」という。）にとどまり対処する必要のある要員に対する有毒ガス防護の妥当性²を審査官が判断するための考え方の一例を示すものである。</p> <p>1.2 適用範囲 本評価ガイドは、実用発電用原子炉施設の表1に示す有毒ガス防護対象者の有毒ガス防護に関して適用する。 また、研究開発段階発電用原子炉及びその附属施設並びに再処理施設については、本評価ガイドを参考にし、施設の特性に応じて判断する。 なお、火災・爆発による原子炉制御室等の影響評価は、原子力規制委員会が別に定める「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」³及び「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」⁴による。</p> <p style="text-align: center;">表1 有毒ガス防護対象者</p> <table border="1" data-bbox="201 1003 1033 1333"> <thead> <tr> <th>場所</th> <th>有毒ガス防護対象者</th> <th colspan="3">本評価ガイドでの略称</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>原子炉制御室 緊急時制御室</td> <td>運転員</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">運 転 ・ 初 動 要 員</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">運 転 ・ 指 示 要 員</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">運 転 ・ 対 処 要 員</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">緊急時対策所</td> <td>指示要員³のうち初動対応を行う者（解説-1）</td> </tr> <tr> <td>重大事故等に対処するために必要な指示を行う要員⁴のうち初動対応を行う者（解説-1）</td> </tr> <tr> <td>重大事故等に対処するために必要な指示を行う要員</td> </tr> <tr> <td></td> <td>重大事故等に対処するために必要な要員⁵</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>重要操作地点</td> <td>重大事故等対処上特に重要な操作を行う要員⁶</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	場所	有毒ガス防護対象者	本評価ガイドでの略称			原子炉制御室 緊急時制御室	運転員	運 転 ・ 初 動 要 員	運 転 ・ 指 示 要 員	運 転 ・ 対 処 要 員	緊急時対策所	指示要員 ³ のうち初動対応を行う者（解説-1）	重大事故等に対処するために必要な指示を行う要員 ⁴ のうち初動対応を行う者（解説-1）	重大事故等に対処するために必要な指示を行う要員		重大事故等に対処するために必要な要員 ⁵				重要操作地点	重大事故等対処上特に重要な操作を行う要員 ⁶				<p>1.1 目的 （目的については省略）</p> <p>1.2 適用範囲 → ガイドのとおり 中央制御室、緊急時対策所、重要操作地点における有毒ガス防護対象者を評価対象としている。</p> <p style="text-align: center;">なお、火災（大型航空機衝突に伴う火災を含む）・爆発による影響評価は本評価では対象外とする。</p>
場所	有毒ガス防護対象者	本評価ガイドでの略称																							
原子炉制御室 緊急時制御室	運転員	運 転 ・ 初 動 要 員	運 転 ・ 指 示 要 員	運 転 ・ 対 処 要 員																					
緊急時対策所	指示要員 ³ のうち初動対応を行う者（解説-1）																								
	重大事故等に対処するために必要な指示を行う要員 ⁴ のうち初動対応を行う者（解説-1）																								
	重大事故等に対処するために必要な指示を行う要員																								
	重大事故等に対処するために必要な要員 ⁵																								
重要操作地点	重大事故等対処上特に重要な操作を行う要員 ⁶																								

有毒ガス防護に係る影響評価ガイド	原子炉制御室等における有毒ガス防護に係る影響評価の対応状況
<p>(解説-1) 初動対応を行う者 設計基準事故等の発生初期に、緊急時対策所において、緊急時組織の指揮、通報連絡及び要員招集を行う者であり、指揮、通報連絡及び要員招集のため、夜間及び休日も敷地内に常駐する者をいう。</p> <p>1. 3 用語の定義</p> <p>(1) IDLH (Immediately Dangerous to Life or Health) 値 NIOSH⁷で定められている急性の毒性限度 (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^{参3}。</p> <p>(2) インリーク 換気空調設備のフィルタを經由しないで原子炉制御室等内に流入する空気をいう。</p> <p>(3) インリーク率 「原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について (内規)」^{参4}の別添資料「原子力発電所の中央制御室の空気流入率測定試験手法」において定められた空気流入率で、換気空調設備のフィルタを經由しないで原子炉制御室等内に流入する単位時間当たりの空気量と原子炉制御室等バウンダリ内の体積との比をいう。</p> <p>(4) 可動源 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。</p> <p>(5) 緊急時制御室 設置許可基準規則第4 2 条等に規定する特定重大事故等対処施設の緊急時制御室をいう。</p> <p>(6) 緊急時対策所 設置許可基準規則第3 4 条等に規定する緊急時対策所をいう。</p> <p>(7) 空気呼吸具 高圧空気容器 (以下「空気ボンベ」という。) から減圧弁等を通して、空気を面体⁸ に供給する器具のうち顔全体を覆う自給式のプレッシャデマンド型のものをいう。</p> <p>(8) 原子炉制御室 設置許可基準規則第2 6 条等に規定する原子炉制御室をいう。</p>	<p>1.3 用語の定義 → ガイドのとおり ガイドに基づき用語の定義を用いる。</p>

有毒ガス防護に係る影響評価ガイド	原子炉制御室等における有毒ガス防護に係る影響評価の対応状況
<p>(9) 原子炉制御室等バウンダリ 有毒ガスの発生時に、原子炉制御室等の換気空調設備によって、給・排気される区画の境界によって取り囲まれている空間全体をいう。</p> <p>(10) 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。</p> <p>(11) 重要操作地点 重大事故等対処上、要員が一定期間とどまり特に重要な操作を行う屋外の地点のことで、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。）の接続を行う地点をいう。</p> <p>(12) 有毒ガス 気体状の有毒化学物質（国際化学安全性カード⁹等において、人に対する悪影響が示されている物質）及び有毒化学物質のエアロゾルをいう（有毒化学物質から発生するもの及び他の有毒化学物質等との化学反応によって発生するものを含む。）。</p> <p>(13) 有毒ガス防護判断基準値 技術基準規則解釈¹⁰ 第38条13、第46条2及び第53条3等に規定する「有毒ガス防護のための判断基準値」であって、有毒ガスの急性ばく露に関し、中枢神経等への影響を考慮し、運転・対処要員の対処能力（情報を収集発信する能力、判断する能力、操作する能力等）に支障を来さないと想定される濃度限度値をいう。</p> <p>2. 有毒ガス防護に係る妥当性確認の流れ 敷地内の固定源及び可動源並びに敷地外の固定源の流出に対して、運転・対処要員に対する有毒ガス防護の妥当性を確認する。確認の流れを図1に示す。 表2に、対象発生源（有毒ガス防護対象者の吸気中の有毒ガス濃度¹¹の評価値が有毒ガス防護判断基準値を超える発生源をいう。以下同じ。）と有毒ガス防護対象者との関係を示す。（解説-2）</p>	<p>2. 有毒ガス防護に係る妥当性確認の流れ → ガイドのとおり敷地内の固定源及び可動源並びに敷地外の固定源に対して、第2-1図のフローに従い評価している。 有毒ガス影響評価に当たっては、防護対象者をガイド表2のとおり設定している。</p>

有毒ガス防護に係る影響評価ガイド

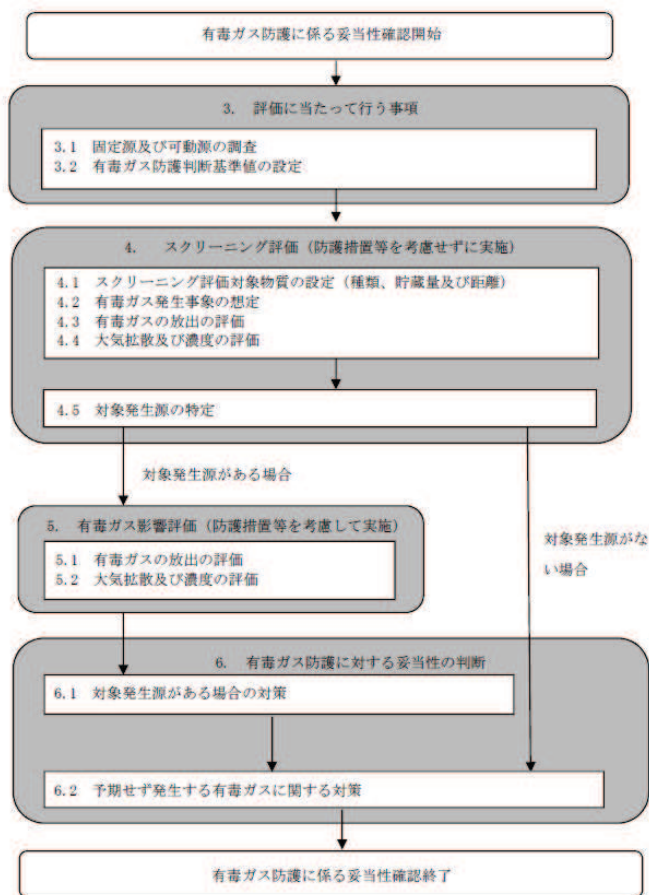
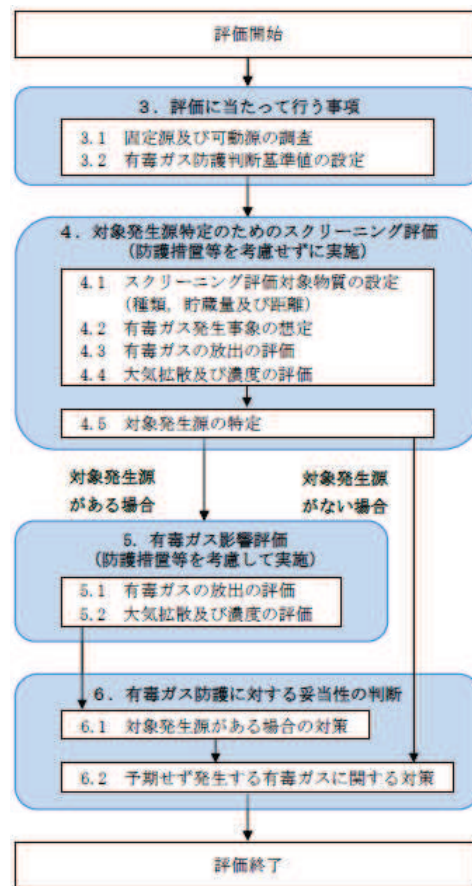


図1 妥当性確認の全体の流れ

表2 有毒ガス防護対象者と対象発生源の関係

	対象発生源がある場合		予期せず発生する有毒ガス (対象発生源がない場合を含む。)
	敷地内外の固定源	敷地内の可動源	
有毒ガス 防護対象者	運転・対処要員	運転・指示要員	運転・初動要員

原子炉制御室等における有毒ガス防護に係る影響評価の対応状況



第2-1図 有毒ガス防護に係る妥当性確認の流れ

表2 有毒ガス防護対象者と対象発生源の関係

敷地内外の固定源は、運転・対処要員を防護対象者としている。
敷地内の可動源は、運転・指示要員を防護対象者としている。
予期せず発生する有毒ガスは、運転・初動要員を防護対象者としている。

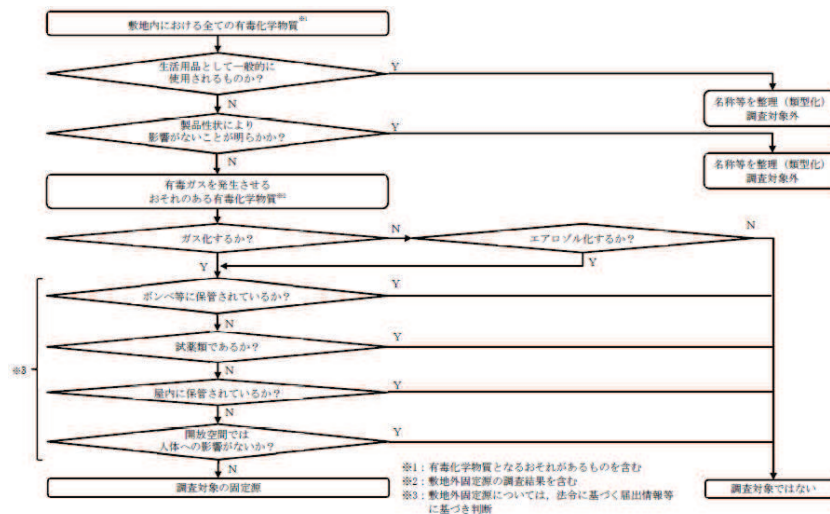
有毒ガス防護に係る影響評価ガイド	原子炉制御室等における有毒ガス防護に係る影響評価の対応状況
<p>(解説-2) 有毒ガス防護対象者と発生源の関係</p> <p>① 原子炉制御室及び緊急時制御室の運転員 原子炉制御室及び緊急時制御室の運転員については、対象発生源の有無に関わらず、有毒ガスに対する防護を求めることとした。</p> <p>② 対象発生源から発生する有毒ガス及び予期せず発生する有毒ガス(対象発生源がない場合を含む。)に係る有毒ガス防護対象者</p> <p>➤ 対象発生源から発生する有毒ガスに係る有毒ガス防護対象者 敷地内外の固定源については、特定されたハザードがあるため、設計基準事故時及び重大事故時(大規模損壊時を含む。)に有毒ガスが発生する可能性を考慮し、運転・対処要員を有毒ガス防護対象者とする事とした。 ただし、プルーム通過中及び重大事故等対処上特に重要な操作中において、敷地内に可動源が存在する(有毒化学物質の補給を行う)ことが想定し難いことから、当該可動源に対しては、運転・指示要員以外については有毒ガス防護対象者としなくてもよいこととした。</p> <p>➤ 予期せず発生する有毒ガス(対象発生源がない場合を含む。)に係る有毒ガス防護対象者 特定されたハザードはない場合でも、通常運転時に有毒ガスが発生する可能性を考慮し、運転・初動要員を有毒ガス防護対象者とする事とした。 また、当該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。)にも、通常運転時と同様に防護される必要がある。</p> <p>3. 評価に当たって行う事項</p> <p>3.1 固定源及び可動源の調査</p> <p>(1) 敷地内の固定源及び可動源並びに原子炉制御室から半径10km以内にある敷地外の固定源を調査対象としていることを確認する。(解説-3)</p> <p>1) 固定源</p> <p>① 敷地内に保管されている全ての有毒化学物質</p>	<p>3. 評価に当たって行う事項 → ガイドのとおり</p> <p>3.1 固定源及び可動源の調査</p> <p>(1) 敷地内の固定源及び可動源並びに中央制御室から半径10km以内にある敷地外固定源を調査対象としている。なお、固定源及び可動源については、ガイドの定義等に従う。(別紙4-1)</p> <p>1) 固定源</p> <p>①敷地内の固定源は、以下のように調査した。 調査対象とする有毒化学物質は、「(12) 有毒ガス」の定</p>

有毒ガス防護に係る影響評価ガイド	原子炉制御室等における有毒ガス防護に係る影響評価の対応状況
<p>② 敷地外に保管されている有毒化学物質のうち、運転・対処要員の有毒ガス防護の観点から、種類及び量によって影響があるおそれのある有毒化学物質</p> <p>a) 原子炉制御室から半径10km より遠方であっても、原子炉制御室から半径10km 近傍に立地する化学工場において多量に保有されている有毒化学物質は対象とする。</p> <p>b) 地方公共団体が定めた「地域防災計画」等の情報（例えば、有毒化学物質を使用する工場、有毒化学物質の貯蔵所の位置、物質の種類・量）を活用してもよい。ただし、これらの情報によって保管されている有毒化学物質が特定できない場合は、事業所の業種等を考慮して物質を推定するものとする。</p>	<p>義中に「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）」と定義されていることから、「人に対する悪影響が示されている物質」として「（13）有毒ガス防護判断基準値」の定義における「有毒ガスの急性ばく露に関し、中枢神経等への影響を考慮し、」に記載されている「中枢神経影響」だけでなく、対処能力を損なう要因として、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。</p> <p>また、参照する情報源は、定義に記載されている「国際化学安全性カード」のみではなく、急性毒性の観点で国内法令にて規制されている物質及び化学物質の有害性評価等の世界標準システムを参照とすることで、網羅的に抽出することとした。（別紙2）</p> <p>発電所構内で有毒化学物質を含むものを整理したうえで、生活用品については、日常に存在するものであり、運転・対処要員の対処能力に影響を与える観点で考慮不要と考えられることから、調査対象外と整理した。</p> <p>また、製品性状として、固体や潤滑油のように、有毒ガスを発生させるおそれがないものについては、調査対象外と整理した。</p> <p>なお、「4. 対象発生源特定のためのスクリーニング評価」対象とする敷地内の固定源は無いことを確認した。</p> <p>②敷地外の固定源は、運転・対処要員の有毒ガス防護の観点から、種類及び量によって影響があるおそれのある有毒化学物質を調査対象とすべく、「地域防災計画」のみではなく、届出義務のある対象法令を選定し、取扱量の観点及び発電所の立地から「毒物及び劇物取締法」、「消防法」、「高压ガス保安法」及び「ガス事業法」に対して調査を実施した。（別紙3）</p>

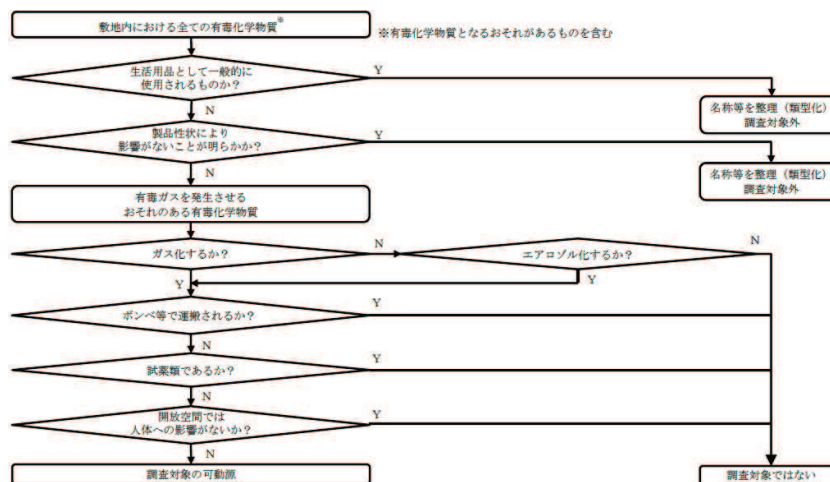
有毒ガス防護に係る影響評価ガイド	原子炉制御室等における有毒ガス防護に係る影響評価の対応状況
<p data-bbox="254 228 787 289">2) 可動源 敷地内で輸送される全ての有毒化学物質</p> <p data-bbox="220 467 1035 527">(2) 有毒化学物質の性状、貯蔵量、貯蔵方法その他の理由により調査対象外としている場合には、その根拠を確認する。(解説-4)</p>	<p data-bbox="1129 228 1894 427">2) 可動源 敷地内の可動源は、敷地内固定源と同様に整理を実施した。 具体的には、有毒化学物質として抽出する化学物質は同じで、生活用品や性状等により、運転・対処要員の対処能力に影響を与える観点で考慮不要と判断できるものは調査対象外と整理した。</p> <p data-bbox="1094 467 1894 665">(2) 性状等により人体への影響がないと判断できるもの以外は、有毒化学物質の性状・保管状況(揮発性及びエアロゾル化の可能性、ボンベ保管, 配備量, 建屋内保管)に基づき、漏えい時に大気中に多量に放出されるおそれのないものを整理した。また、性状から密閉空間のみで影響があるものは調査対象外としている。(別紙4-7-1, 2)</p> <p data-bbox="1129 673 1894 734">なお、「4. 対象発生源特定のためのスクリーニング評価」対象とする敷地内の可動源は無いことを確認した。</p>

有毒ガス防護に係る影響評価ガイド

原子炉制御室等における有毒ガス防護に係る影響評価の対応状況



第3.1-1図 固定源の特定フロー



第3.1-2図 可動源の特定フロー

有毒ガス防護に係る影響評価ガイド	原子炉制御室等における有毒ガス防護に係る影響評価の対応状況
<p>(3) 調査対象としている固定源及び可動源に対して、次の項目を確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> －有毒化学物質の名称 －有毒化学物質の貯蔵量 －有毒化学物質の貯蔵方法 －原子炉制御室等及び重要操作地点と有毒ガスの発生源との位置関係（距離、高さ、方位を含む。） －防液堤の有無（防液堤がある場合は、防液堤までの最短距離、防液堤の内面積及び廃液処理槽の有無）（解説-5） －電源、人的操作等を必要とせずに、有毒ガス発生抑制等の効果が見込める設備（例えば、防液堤内のフロート等）（解説-5） <p>(解説-3) 調査対象とする地理的範囲 「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」（火災発生時の地理的範囲を発電所敷地から半径10kmに設定。）及び米国規制ガイド（有毒化学物質の地理的範囲を原子炉制御室から5マイル（約8km）に設定。）^{参5}を参考として設定した。</p> <p>(解説-4) 調査対象外とする場合 貯蔵容器が損傷し、容器に貯蔵されている有毒化学物質の全量が流出しても、有毒ガスが大気中に多量に放出されるおそれがないと説明できる場合。（例えば、使用場所が限定されていて貯蔵量及び使用量が少ない試薬等）</p> <p>(解説-5) 対象発生源特定のためのスクリーニング評価の際に考慮してもよい設備 有毒ガスが発生した際に、受動的に機能を発揮する設備については、考慮してもよいこととする。例えば、防液堤は、防液堤が破損する可能性があったとしても、更地となるような壊れ方はせず、堰としての機能を発揮すると考えられる。また、防液堤内のフロートや電源、人的操作等を必要としない中和槽等の設備は、有毒ガス発生抑制等の機能が恒常的に見込めると考えられる。このことから、対象発生源特定のためのスクリーニング評価（以下単に「スクリーニング評価」という。）においても、これらの設備は評価上考慮してもよい。</p> <p>3.2 有毒ガス防護判断基準値の設定 1)～6)の考えに基づき、発電用原子炉設置者が有毒ガス防護判断基準値を設定していることを確認する。（図2参照）</p>	<p>(3) 調査対象としている固定源に対して、名称、貯蔵量、貯蔵方法、位置関係、防液堤の有無及び有毒ガス発生抑制等の効果が見込める設備を示している。（敷地内固定源：対象なし、可動源：対象なし、敷地外固定源：第3.1.3-1表～第3.1.3-2表）</p> <p>3.2 有毒ガス防護判断基準値の設定 固定源として特定した物質「アンモニア」は、第3.2-1図のフローに従い防護判断基準値を設定している。</p>

有毒ガス防護に係る影響評価ガイド	原子炉制御室等における有毒ガス防護に係る影響評価の対応状況
<p>1) 3. 1で調査した化学物質が有毒化学物質であるかを確認する。有毒化学物質である場合は、2)による。そうでない場合には、評価の対象外とする。</p> <p>2) 当該有毒化学物質にIDLH値があるかを確認する。ある場合は3)に、ない場合は5)による。</p> <p>3) 当該有毒化学物質に中枢神経に対する影響があるかを確認する。ある場合は4)に、ない場合は当該IDLH値を有毒ガス防護判断基準値とする。</p> <p>4) IDLH値の設定根拠として、中枢神経に対する影響も考慮したデータを用いているかを確認する。用いている場合は、当該IDLH値を有毒ガス防護判断基準値とする。用いていない場合は、5)による。</p> <p>5) 日本産業衛生学会の定める最大許容濃度¹²があるか確認する。ある場合は、当該最大許容濃度を有毒ガス防護判断基準値とする。ない場合は、6)による。</p> <p>6) 文献等を基に、発電用原子炉設置者が有毒ガス防護判断基準値を適切に設定する。</p> <p>設定に当たっては、次の複数の文献等に基づき、物質ごとに、運転・対処要員の対処能力に支障を来さないと想定される限界濃度を、有毒ガス防護判断基準値として発電用原子炉設置者が適切に設定していることを確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> －化学物質総合情報提供システム Chemical Risk Information Platform (CHRIP)¹³ －産業中毒便覧¹⁴ －有害性評価書¹⁵ －許容濃度等の提案理由¹⁶、許容濃度の暫定値の提案理由¹⁰ －化学物質安全性（ハザード）評価シート¹⁷ <p>また、「適切に設定している」とは、設定に際し、最低限、次の①～③を行っていることをいう。</p> <p>① 人に対する急性ばく露影響のデータを可能な限り用いていること</p> <p>② 中枢神経に対する影響がある有毒化学物質については、人の中枢神経に対する影響に関するデータを参考に行っていること</p> <p>③ 文献の最新版を踏まえていること</p>	<p>1) 有毒化学物質を抽出しており、2)へ移行。</p> <p>2) 「アンモニア」は、IDLH値があるため3)へ。</p> <p>3) 「アンモニア」は、中枢神経影響がないことから、IDLH値を有毒ガス防護判断基準値とする。</p> <p>4) 以降、該当する物質はない。</p> <p>①ICSCの短期ばく露の影響を参照している。</p> <p>②「アンモニア」は中枢神経に影響がある物質ではないことを確認している。</p> <p>③ICSCは各物質毎の最新更新年月版、IDLHは1994年版を参照した。</p>

有毒ガス防護に係る影響評価ガイド

図3に、文献等に基づき有毒ガス防護判断基準値を設定する場合の考え方の例を示す。

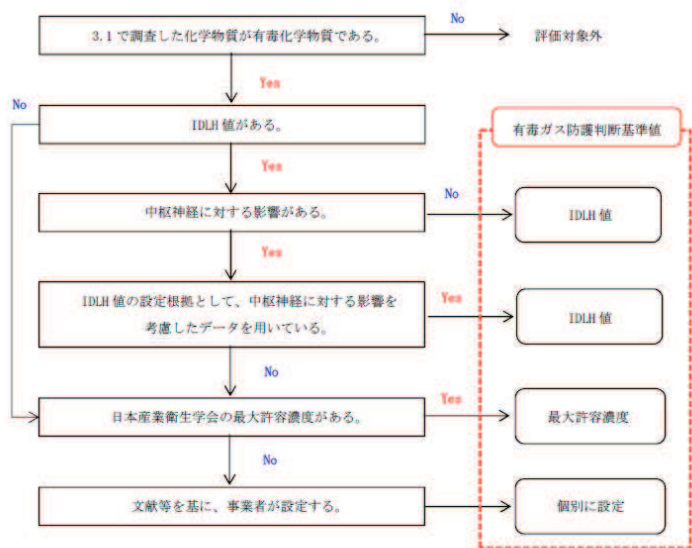
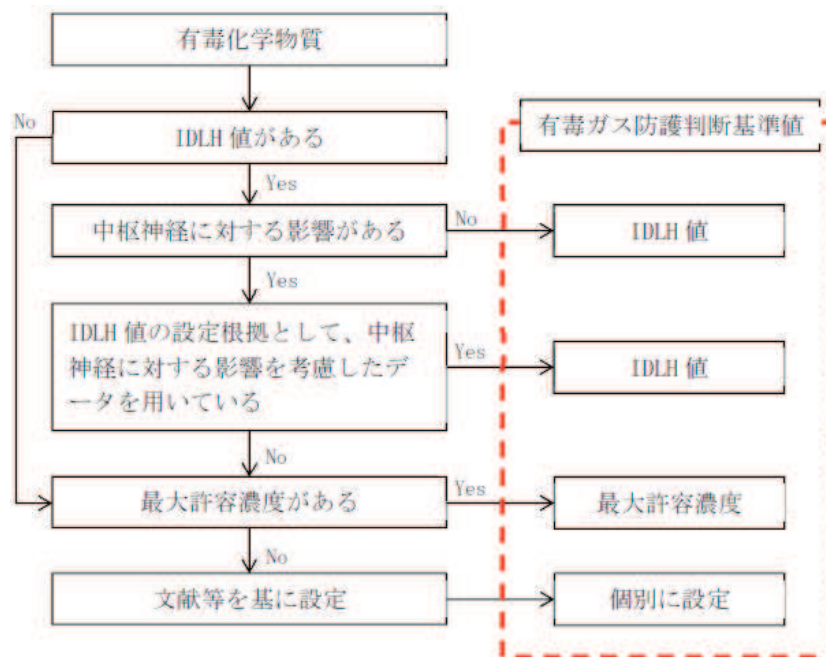


図2 有毒ガス防護判断基準値設定の考え方

原子炉制御室等における有毒ガス防護に係る影響評価の対応状況



第3.2-1図 有毒ガス防護判断基準値設定の考え方

有毒ガス防護に係る影響評価ガイド

		エタノールアミン	ヒドラジン
国際化学物質安全性カード		蒸気は眼、皮膚及び気道を刺激する。中枢神経系に影響を与えることがある。意識が低下することがある。	吸入すると眼や気道に腐食の影響が現われてから、肺水腫を引き起こすことがある。肝臓、中枢神経系に影響を与えることがある。ばく露すると、死に至ることがある。
IDLH	基準値	30ppm	50ppm
	致死 (LC) データ	1時間のLC ₅₀ 値 (モルモット) が233ppm等 [Ireon et al. 1957]	4時間のLC ₅₀ 値 (マウス) が252ppm等 [Constock et al. 1954], [Jacobson et al. 1955]
	人体のデータ	なし	なし

(例1) 及び (例2) 参照

(例1) ヒドラジン

出典		記載内容	
NIOSH	IDLH	50ppm: 哺乳動物の急性吸入毒性データを基に設定	
日本産業衛生学会	最大許容濃度	なし	
産業中毒便覧		人体に対する影響についての記載無し	
有害性評価書 許容濃度の提案理由	対象 作業員 427 人 (6 か月以上作業従事者)	状況・量 ばく露期間 1945-1971 年 再現ばく露濃度 78 人:1-10ppm(時×100ppm) 残り:1ppm 以下	結果 発がんリスクの増加なし。 肺がん、他のタイプのがん、その他の原因による死亡率いずれも期待値の以内。
化学物質安全性 (ハザード) 評価シート	爆発事故	経皮あるいは吸入により暴露	全身の22%にやけどを負い、14時間後に昏睡状態になり、血尿、呼吸障害を示した。

10ppmを有毒ガス防護判断基準値とする。

(例2) エタノールアミン

出典		記載内容	
NIOSH	IDLH	30ppm: 哺乳動物の急性吸入毒性データを基に設定	
日本産業衛生学会	最大許容濃度	なし	
産業中毒便覧		人体に対する影響についての記載無し	
有害性評価書	対象 作業員 2 人 (2 か月間隔で事故発生)	状況・量 エタノールアミンの溢出液にばく露	結果 喉の痛みと頭痛が確認された。
許容濃度の提案理由	12名の被験者の嗅覚試験の結果	2.6ppm(95%信頼限界2-3.3ppm) 25ppm	50%が探知しえた濃度 (アンモニア臭、かび臭、異物感) 明らかに臭いを感じる。それ以下は刺激を感じる。
化学物質安全性 (ハザード) 評価シート	2名の労働者	高濃度の蒸気に偶発的にばく露	頭痛、吐き気、脱力、めまい、指先のしびれ、胸の痛み。

25ppmを有毒ガス防護判断基準値とする。

図3 文献等に基づき有毒ガス防護判断基準値を設定する場合の考え方の例

原子炉制御室等における有毒ガス防護に係る影響評価の対応状況

第3.2-2表 有毒ガス防護判断基準値設定の考え方 (アンモニア)

		記載内容
国際化学物質安全性カード (短期曝露の影響) (ICSC:0414, 10月2013)		この液体が急速に気化すると、凍傷を引き起こすことがある。本物質は眼、皮膚および気道に対して、腐食性を示す。曝露すると、のどが腫れ、窒息を引き起こすことがある。吸入すると、眼や気道に腐食の影響が現われてから肺水腫を引き起こすことがある。
IDLH (1994)	基準値	300ppm
	致死 (LC) データ	1時間のLC ₅₀ 値 (マウス) が4,230ppm等 [Kapeghian et al. 1982]
	人体のデータ	IDLH値 300ppmはヒトの急性吸入毒性データに基づいている。 [Henderson and Haggard 1943; Silverman et al. 1946] 最大短時間曝露許容値は、0.5~1時間で300~500ppmであると報告されている。 [Henderson and Haggard 1943] 500ppmに30分間曝露された7人の被験者において、呼吸数の変化及び中等度から重度の刺激が報告されている。 [Silverman et al. 1946] IDLH値があるが、中枢神経に対する影響が明示されていない。



IDLH値の300ppmを有毒ガス防護判断基準値とする

!!! : 有毒ガス防護判断基準値設定の直接的根拠

有毒ガス防護に係る影響評価ガイド	原子炉制御室等における有毒ガス防護に係る影響評価の対応状況																				
<p>なお、空气中にn種類の有毒ガス(他の有毒化学物質等との化学反応によって発生するものを含む。)がある場合は、それらの有毒ガスの濃度の、それぞれの有毒ガス防護判断基準値に対する割合の和が1より小さいことを確認する。</p> $I < 1$ $I = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \dots + \frac{C_i}{T_i} + \dots + \frac{C_n}{T_n}$ <p>C_i: 有毒ガス i の濃度 T_i: 有毒ガス i の有毒ガス防護判断基準値</p> <p>4. スクリーニング評価</p> <p>敷地内の固定源及び可動源並びに敷地外の固定源から有毒ガスが発生した場合、防護措置を考慮せずに、原子炉制御室等及び重要操作地点ごとにスクリーニング評価を行い、対象発生源を特定していることを確認する。表3に場所と対象発生源ごとのスクリーニング評価の要否を、4. 1～4. 5に、スクリーニング評価の手順の例を示す。</p> <p>表3 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</p> <table border="1" data-bbox="275 834 963 1021"> <thead> <tr> <th>場所</th> <th>敷地内固定源</th> <th>敷地外固定源</th> <th>敷地内可動源</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>原子炉制御室</td> <td>○</td> <td>△</td> <td>△</td> </tr> <tr> <td>緊急時対策所</td> <td>○</td> <td>△</td> <td>△</td> </tr> <tr> <td>緊急時制御室</td> <td>○</td> <td>△</td> <td>△</td> </tr> <tr> <td>重要操作地点</td> <td>△</td> <td>×</td> <td>×</td> </tr> </tbody> </table> <p>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6. 1. 2の対策を行ってもよい。 ×:スクリーニング評価は不要</p> <p>4. 1 スクリーニング評価対象物質の設定(種類、貯蔵量及び距離)</p> <p>3. 1を基に、スクリーニング評価対象となった有毒化学物質の全てについて、貯蔵されている有毒化学物質の種類、貯蔵量及び距離が設定されているか確認する。</p>	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	○	△	△	緊急時制御室	○	△	△	重要操作地点	△	×	×	<p>原子炉制御室等における有毒ガス防護に係る影響評価の対応状況</p> <p>女川のスクリーニング評価の対象は、敷地外固定源(アンモニア)であり、有毒化学物質はアンモニア1種類のみであることから、複数の有毒ガスを考慮する必要がある場合はない。</p> <p>4. スクリーニング評価 → ガイドのとおり</p> <p>敷地外の固定源から有毒ガスが発生した場合、防護措置を考慮せずに中央制御室、緊急時対策所ごとにスクリーニング評価を行った。評価の結果、対象発生源はなかった。</p> <p>なお、スクリーニング評価対象となる敷地内の固定源はないことから、重要操作地点に対する評価は不要とした。</p> <p>4.1 スクリーニング評価対象物質の設定(種類、貯蔵量及び距離)</p> <p>3.1をもとに、スクリーニング対象となった有毒化学物質の全てについて、貯蔵されている有毒化学物質の種類、貯蔵量及び距離が設定されている。なお、敷地内固定源及び敷地内可動源については、スクリーニング評価対象となる物質が無いことを確認している。(敷地内固定源:対象なし、可動源:対象なし、敷地外固定源:第3.1.3-1表～第3.1.3-2表)</p>
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	○	△	△																		
緊急時制御室	○	△	△																		
重要操作地点	△	×	×																		

有毒ガス防護に係る影響評価ガイド	原子炉制御室等における有毒ガス防護に係る影響評価の対応状況
<p>4. 2 有毒ガスの発生事象の想定</p> <p>有毒ガスの発生事象として、①及び②をそれぞれ想定する。</p> <p>① 敷地内外の固定源については、敷地内外の貯蔵容器全てが損傷し、当該全ての容器に貯蔵されている有毒化学物質の全量流出によって発生した有毒ガスが大気中に放出される事象</p> <p>② 敷地内の可動源については、敷地内可動源の中で影響の最も大きな輸送容器が1基損傷し、容器に貯蔵されている有毒化学物質の全量流出によって発生した有毒ガスが大気中に放出される事象</p> <p>有毒ガス発生事象の想定の妥当性を判断するに当たり、(1)及び(2)について確認する。</p> <p>(1) 敷地内外の固定源</p> <p>① 原子炉制御室、緊急時制御室、緊急時対策所及び重要操作地点を評価対象としていること。</p> <p>② 敷地内外の貯蔵容器については、同時に全ての貯蔵容器が損傷し、容器に貯蔵されている有毒化学物質の全量が流出すると仮定していること。</p> <p>(2) 敷地内の可動源</p> <p>① 原子炉制御室、緊急時制御室及び緊急時対策所を評価対象としていること。</p> <p>② 有毒ガスの発生事故の発生地点は、敷地内の実際の輸送ルート全てを考慮して決められていること。</p> <p>③ 輸送量の最大のもので、容器に貯蔵されている有毒化学物質の全量が流出すると仮定していること。</p> <p>4. 3 有毒ガスの放出の評価</p> <p>固定源及び可動源ごとに、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が評価されていることを確認する。ただし、同じ種類の有毒化学物質が同一防液堤内に複数ある場合には、一つの固定源と見なしてもよい。</p> <p>有毒ガスの放出量評価の妥当性を判断するに当たり、1)～5)を確認する。</p>	<p>4.2 有毒ガスの発生事象の想定</p> <p>①敷地外固定源は、貯蔵容器が損傷し、容器に貯蔵されている有毒化学物質の全量放出によって発生した有毒ガスが大気中に放出される事象を想定している。また、有毒ガス発生事象の想定 of 妥当性を判断するに当たり、中央制御室及び緊急時対策所を評価対象としている。</p> <p>②スクリーニング評価対象となる敷地内の可動源はないことから対象外。</p> <p>(1) 敷地内外の固定源</p> <p>①有毒ガス発生事象の想定 of 妥当性を判断するに当たり、中央制御室及び緊急時対策所を評価対象としている。</p> <p>②敷地外の固定源は、貯蔵容器が損傷し、容器に貯蔵されている有毒化学物質の全量放出によって発生した有毒ガスが大気中に放出される事象を想定している。</p> <p>(2) 敷地内の可動源</p> <p>スクリーニング評価対象となる敷地内の可動源はないことから対象外。</p> <p>4.3 有毒ガスの放出の評価</p> <p>固定源について、有毒ガスの放出の評価に当たり、大気中への放出量及び継続時間を評価している。(第4.4.3.1-2表)</p> <p>なお、同じ種類の有毒化学物質が同一防液堤内に複数ないことを確認している。</p>

有毒ガス防護に係る影響評価ガイド	原子炉制御室等における有毒ガス防護に係る影響評価の対応状況
<p>1) 貯蔵されている有毒化学物質の性状に応じた、有毒ガスの大気中への放出形態になっていること（例えば、液体で保管されている場合、液体で放出されプールを形成し蒸発する等。）。</p> <p>2) 貯蔵されている有毒化学物質が液体で放出される場合、液体が広がる面積（例えば、防液堤の容積及び材質、排液口の有無、防液堤がない場合に広がる面積等）の妥当性が示されていること。</p> <p>3) 次の項目から判断して、有毒ガスの性状、放出形態に応じて、有毒ガスの放出量評価モデルが適切に用いられていること。 ー有毒化学物質の漏えい量 ー有毒化学物質及び有毒ガスの物性値（例えば、蒸気圧、密度等） ー有毒ガスの放出率（評価モデルの技術的妥当性を含む。）</p> <p>4) 他の有毒化学物質等との化学反応によって有毒ガスが発生する可能性のある場合には、それを考慮していること。</p> <p>5) 放出継続時間については、終息活動が行われないものと仮定し、有毒ガスの発生が自然に終息するまでの時間を計算していること。</p> <p>4. 4 大気拡散及び濃度の評価 下記の原子炉制御室等外評価点及び重要操作地点での濃度の評価が行われ、運転・対処要員の吸気中の濃度が評価されていることを確認する。 また、その際に、原子炉制御室等外評価点での濃度の有毒ガスが原子炉制御室等の換気空調設備の通常運転モードで、原子炉制御室等内に取り込まれると仮定していることを確認する。</p> <p>4. 4. 1 原子炉制御室等外評価点 原子炉制御室等の外気取入口が設置されている位置を原子炉制御室等外評価点としていることを確認する。</p>	<p>1) 敷地外の固定源からの漏えいは、固定源が冷媒で保管されていると特定しており、過去の事故事例から損傷形態を考慮すると、瞬時放出は考えにくく、現実的な破断口径による継続的な漏えい形態を想定する。</p> <p>2) スクリーニング評価対象となる敷地内の可動源はないことから対象外。</p> <p>3) 1)で想定する漏えい状態、全量漏えいを想定した。</p> <p>4) 他の有毒化学物質との化学反応によって有毒ガスが発生することのないよう、貯蔵容器を配置していることを確認した。（別紙5）</p> <p>5) 放出継続時間については、終息活動をしないと仮定したうえで、評価している。（第4. 4. 3. 1-2表）</p> <p>4. 4 大気拡散及び濃度の評価 中央制御室等の外気取入口での濃度評価を実施している。</p> <p>4. 4. 1 原子炉制御室等外評価点 中央制御室等の外気取入口が設置されている位置を原子炉制御室等外評価点としている。（第3. 1. 3-1図）</p>

有毒ガス防護に係る影響評価ガイド	原子炉制御室等における有毒ガス防護に係る影響評価の対応状況
<p>4. 4. 2 原子炉制御室等外評価点及び重要操作地点での濃度評価 大気中へ放出された有毒ガスの原子炉制御室等外評価点及び重要操作地点での濃度が評価されていることを確認する。</p> <p>原子炉制御室等外評価点及び重要操作地点での濃度評価の妥当性を判断するに当たり、1)～6)を確認する。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 次の項目から判断して、評価に用いる大気拡散条件（気象条件を含む。）が適切であること。 <ul style="list-style-type: none"> －気象データ（年間の風向、風速、大気安定度）は評価対象とする地理的範囲を代表していること。 －評価に用いた観測年が異常年でないという根拠が示されていること⁶。 2) 次の項目から判断して、有毒ガスの性状、放出形態に応じて、大気拡散モデルが適切に用いられていること。 <ul style="list-style-type: none"> －大気拡散の解析モデルは、検証されたものであり、かつ適用範囲内で用いられていること（選定した解析モデルの妥当性、不確かさ等が試験解析、ベンチマーク解析等により確認されていること。）。 3) 地形及び建屋等の影響を考慮する場合には、そのモデル化の妥当性が示されていること（例えば、三次元拡散シミュレーションモデルを用いる場合等）。 4) 敷地内外に関わらず、複数の固定源から大気中へ放出された有毒ガスの重ね合わせを考慮していること。（解説-6） 5) 有毒ガスの発生が自然に終息し、原子炉制御室等外評価点及び重要操作地点での有毒ガスの濃度がおおむね発生前の濃度となるまで計算していること。 6) 原子炉制御室等外評価点及び重要操作地点での濃度は、年間の気象条件を用いて計算したもののうち、厳しい値が評価に用いられていること（例えば、毎時刻の原子炉制御室等外評価点での濃度を年間について小さい方から累積した場合、その累積出現頻度が97%に当たる値が用いられていること等⁶。）。 <p>（解説-6）敷地内外の複数の固定源からの有毒ガスの重ね合わせ 例えば、ガウスプルームモデルを用いる場合、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の（16方位のうち</p>	<p>4. 4. 2 原子炉制御室等外評価点及び重要操作地点での濃度評価 大気中へ放出された有毒ガスの原子炉制御室等外評価点での濃度を評価している。（第4.4.3.1-3表）</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 評価に用いる大気拡散条件（気象条件を含む。）のうち、気象データ（年間の風向、風速、大気安定度）は評価対象とする地理的範囲を代表しており、評価に用いた観測年が異常年でないことを確認している。（別紙7） 2) 大気拡散の解析モデルは、有毒ガスの性状、放出形態等を考慮し、ガウスプルームモデルを用いている。ガウスプルームモデルは、検証されており、中央制御室居住性評価においても使用した実績がある。 3) 建屋等の影響は、「原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について（内規）」に基づき、考慮している。 4) 固定源が存在する16方位の1方位に対して、その隣接方位に存在する固定源からの大気中へ放出された有毒ガスの重ね合わせを考慮する。 5) 放出継続時間については、終息活動をしないと仮定したうえで、蒸発率が一定として評価している。 6) 原子炉制御室等外評価点での濃度は、年間の気象条件を用いて計算したもののうち、毎時刻の原子炉制御室等外評価点での濃度を年間について小さい方から累積した場合、その累積出現頻度が97%に当たる値を用いている。

有毒ガス防護に係る影響評価ガイド	原子炉制御室等における有毒ガス防護に係る影響評価の対応状況
<p>の) 1 方位及びその隣接方位に敷地内外の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ことは保守的な結果を与えると考えられる。評価点と個々の固定源の位置関係、風向等を考慮した、より現実的な濃度の重ね合わせ評価を実施する場合には、その妥当性が示されていることを確認する。なお、敷地内可動源については、敷地内外の固定源との重ね合わせは考慮しなくてもよい。</p> <p>4. 4. 3 運転・対処要員の吸気中の濃度評価</p> <p>運転・対処要員の吸気中の濃度として、原子炉制御室等については室内の濃度が、重要操作地点については4. 4. 2の濃度が、それぞれ評価されていることを確認する。</p> <p>原子炉制御室等内及び重要操作地点の運転・対処要員の吸気中の濃度評価の妥当性を判断するに当たり、1) 及び2)を確認する。</p> <p>1) 原子炉制御室等外評価点の空気に含まれる有毒ガスが、原子炉制御室等の換気空調設備の通常運転モードによって原子炉制御室等内に取り込まれると仮定していること。</p> <p>2) 敷地内の可動源の場合は、有毒化学物質ごとに想定された輸送ルート上で有毒ガス濃度を評価した結果の中で、最も高い濃度が選定されていること。(図4参照)</p> <div data-bbox="279 995 961 1279" data-label="Diagram"> </div> <p>図4 敷地内可動源からの有毒ガス発生想定地点の例</p>	<p>4. 4. 3 運転・対処要員の吸気中の濃度評価</p> <p>原子炉制御室等については1)の評価をすることで室内の濃度を評価している。なお、重要操作地点に対する評価は実施していない。</p> <p>1) 中央制御室等の外気取入口の空気に含まれる有毒ガスが、中央制御室等の換気空調設備の通常運転モードによって中央制御室等内に取り込まれると仮定している。</p> <p>2) スクリーニング評価対象となる敷地内の可動源はないことから対象外。</p>

有毒ガス防護に係る影響評価ガイド	原子炉制御室等における有毒ガス防護に係る影響評価の対応状況
<p>4. 5 対象発生源の特定 基本的にスクリーニング評価の結果に基づき、対象発生源が特定されていることを確認する。ただし、タンクの移設等を行う場合には、再スクリーニングの評価結果も確認する。</p> <p>5. 有毒ガス影響評価 スクリーニング評価の結果、特定された対象発生源を対象に、防護措置等を考慮した有毒ガス影響評価が行われていることを確認する。5. 1 及び5. 2 に有毒ガス影響評価の手順の例を示す。</p> <p>5. 1 有毒ガスの放出の評価 特定した対象発生源ごとに、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が評価されていることを確認する。ただし、同じ種類の有毒化学物質が同一防液堤内に複数ある場合には、一つの固定源と見なしてもよい。 有毒ガスの放出量評価の妥当性を判断するに当たり、1)～5)を確認する。</p> <p>1) 貯蔵されている有毒化学物質の性状に応じた、有毒ガスの大気中への放出形態になっていること（例えば、液体で保管されている場合、液体で放出されプールを形成し蒸発する等。）。</p> <p>2) 貯蔵されている有毒化学物質が液体で放出される場合、液体が広がる面積（例えば、防液堤の容積及び材質、排液口の有無、防液堤がない場合に広がる面積等）の妥当性が示されていること。</p> <p>3) 次の項目から判断して、有毒ガスの性状、放出形態に応じて、有毒ガスの放出量評価モデルが適切に用いられていること。 －有毒化学物質の漏えい量 －有毒化学物質及び有毒ガスの物性値（例えば、蒸気圧、密度等） －有毒ガスの放出率（評価モデルの技術的妥当性を含む。）</p> <p>4) 他の有毒化学物質等との化学反応によって有毒ガスが発生する場合には、それを考慮していること。</p> <p>5) 放出継続時間については、中和等の終息活動を行わない場合は、有毒ガスの発生が自然に終息するまでの時間を計算していること。終息活動を行う場合は、有毒ガスの発生が終息するまでの時間としてもよい。</p>	<p>4.5 対象発生源の特定 敷地外の固定源は、スクリーニング評価の結果に基づき、対象発生源がないことを確認している。（第4.4.3.1-3 表）</p> <p>5. 有毒ガス影響評価 → ガイドのとおり 敷地外の固定源は、対象発生源がないため、防護措置等を考慮した有毒ガス影響評価は実施していない。</p>

有毒ガス防護に係る影響評価ガイド	原子炉制御室等における有毒ガス防護に係る影響評価の対応状況
<p>5. 2 大気拡散及び濃度の評価</p> <p>下記の原子炉制御室等外評価点及び重要操作地点での濃度の評価が行われ、運転・対処要員の吸気中の濃度が評価されていることを確認する。</p> <p>また、その際に、原子炉制御室等外評価点での濃度の有毒ガスが原子炉制御室等の換気空調設備の運転モードに応じて、原子炉制御室等内に取り込まれると仮定していることを確認する。</p> <p>5. 2. 1 原子炉制御室等外評価点</p> <p>原子炉制御室等外評価点の設定の妥当性を判断するに当たり、原子炉制御室等の換気空調設備の隔離を考慮する場合、1)及び2)を確認する。(解説-7)</p> <p>1) 外気取入口から外気を取り入れている間は、外気取入口が設置されている位置を評価点としていること。</p> <p>2) 外気を遮断している間は、発生源から最も近い原子炉制御室等バウンダリ位置を評価点として選定していること。</p> <p>(解説-7) 原子炉制御室等外評価点の選定</p> <p>有毒ガスの発生時に外気を取り入れている場合には主に外気取入口を介して、また有毒ガスの発生時に外気を遮断している場合にはインリークによって、原子炉制御室等の属する建屋外から原子炉制御室等内に有毒ガスが取り込まれることが考えられる。このため、原子炉制御室等の換気空調設備の運転モードに応じて、評価点を適切に選定する。</p> <p>5. 2. 2 原子炉制御室等外評価点及び重要操作地点での濃度評価</p> <p>大気中へ放出された有毒ガスの原子炉制御室等外評価点及び重要操作地点での濃度が評価されていることを確認する。</p> <p>原子炉制御室等外評価点及び重要操作地点での濃度評価の妥当性を判断するに当たり、1)～5)を確認する。</p> <p>1) 次の項目から判断して、評価に用いる大気拡散条件(気象条件を含む。)が適切であること。</p> <ul style="list-style-type: none"> －気象データ(年間の風向、風速、大気安定度)は評価対象とする地理的範囲を代表していること。 －評価に用いた観測年が異常年でないという根拠が示されて 	

有毒ガス防護に係る影響評価ガイド	原子炉制御室等における有毒ガス防護に係る影響評価の対応状況
<p>いること⁶。</p> <p>2) 次の項目から判断して、有毒ガスの性状、放出形態に応じて、大気拡散モデルが適切に用いられていること。 ー大気拡散の解析モデルは、検証されたものであり、かつ適用範囲内で用いられていること（選定した解析モデルの妥当性、不確かさ等が試験解析、ベンチマーク解析等により確認されていること。）。</p> <p>3) 地形及び建屋等の影響を考慮する場合には、そのモデル化の妥当性が示されていること（例えば、三次元拡散シミュレーションモデルを用いる場合等）。</p> <p>4) 敷地内外に関わらず、複数の固定源から大気中へ放出された有毒ガスの重ね合わせを考慮していること。（解説-6）</p> <p>5) 原子炉制御室等外評価点及び重要操作地点での濃度は、年間の気象条件を用いて計算したもののうち、厳しい値が評価に用いられていること（例えば、毎時刻の原子炉制御室等外評価点での濃度を年間について小さい方から累積した場合、その累積出現頻度が97%に当たる値が用いられていること等⁶。）。</p> <p>5. 2. 3 運転・対処要員の吸気中の濃度評価 運転・対処要員の吸気中の濃度として、原子炉制御室等については室内の濃度が、重要操作地点については5. 2. 2の濃度が、それぞれ評価されていることを確認する。 原子炉制御室等内及び重要操作地点の運転・対処要員の吸気中の濃度評価の妥当性を判断するに当たり、1)～5)を確認する。</p> <p>1) 有毒ガスの発生時に、原子炉制御室等の換気空調設備の隔離を想定している場合には、外気を遮断した後は、インリークを考慮していること。また、その際に、設定したインリーク率の妥当性が示されていること。</p> <p>2) 原子炉制御室等内及び重要操作地点の濃度が最大となるまで計算していること。</p> <p>3) 原子炉制御室等内及び重要操作地点の濃度が有毒ガス防護判断基準値を超える場合には、有毒ガス防護判断基準値への到達時間を計算していること。</p> <p>4) 敷地内の可動源の場合、有毒化学物質ごとに想定された輸送ルート上で有毒ガス濃度を評価した結果の中で、最も高い濃度</p>	

有毒ガス防護に係る影響評価ガイド	原子炉制御室等における有毒ガス防護に係る影響評価の対応状況
<p>が選定されていること。(図2参照)</p> <p>5) 次に例示するような、敷地内の有毒化学物質の漏えい等の検出から対応までの適切な所要時間を考慮していること。</p> <ul style="list-style-type: none"> －原子炉制御室等の換気空調設備の隔離を想定している場合は、換気空調設備の隔離完了までの所要時間。 －原子炉制御室等の正圧化を想定している場合は、正圧化までの所要時間。 －空気呼吸具若しくは同等品(酸素呼吸器等)又は防毒マスク(以下「空気呼吸具等」という。)の着用を想定している場合は、着用までの所要時間。 <p>6. 有毒ガス防護に対する妥当性の判断 運転・対処要員に対する有毒ガス防護の妥当性を判断するに当たり、</p> <p>6. 1 及び 6. 2 を確認する。</p> <p>6. 1 対象発生源がある場合の対策</p> <p>6. 1. 1 運転・対処要員の吸気中の有毒ガスの最大濃度 有毒ガス影響評価の結果、原子炉制御室等内及び重要操作地点の運転・対処要員の吸気中の有毒ガスの最大濃度が、有毒ガス防護判断基準値を下回ることを確認する¹⁸。</p> <p>6. 1. 2 スクリーニング評価結果を踏まえて行う対策</p> <p>6. 1. 2. 1 敷地内の対象発生源への対応 (1) 有毒ガスの発生及び到達の検出 有毒ガスの発生及び到達の検出について、1) 及び 2) を確認する。(解説-8)</p> <p>1) 有毒ガスの発生の検出 次の項目を踏まえ、敷地内の対象発生源(固定源)の近傍において、有毒ガスの発生又は発生の兆候を検出する装置が設置されていること。</p> <ul style="list-style-type: none"> －当該装置の選定根拠が示されていること。 －検出までの応答時間が適切であること。 <p>2) 有毒ガスの到達の検出 次の項目を踏まえ、原子炉制御室等の換気空調設備等において、有毒ガスの到達を検出するための装置が設置されていること。</p> <ul style="list-style-type: none"> －当該装置の選定根拠が示されていること。 	<p>6. 有毒ガス防護に対する妥当性の判断 → ガイドのとおり</p> <p>6.1 対象発生源がある場合の対策</p> <p>6.1.1 運転・対処要員の吸気中の有毒ガスの最大濃度 敷地外の固定源は、スクリーニング評価の結果、対象発生源がないため、防護措置等を考慮した有毒ガス影響評価は実施していない。</p> <p>6.1.2 スクリーニング評価結果を踏まえて行う対策 敷地外の固定源は、スクリーニング評価の結果、対象発生源がないため、スクリーニング評価結果を踏まえて行う対策は実施していない。</p>

有毒ガス防護に係る影響評価ガイド	原子炉制御室等における有毒ガス防護に係る影響評価の対応状況
<p>—有毒ガス防護判断基準値レベルよりも十分低い濃度レベルで検出できること。</p> <p>—検出までの応答時間が適切であること。</p> <p>(2) 有毒ガスの警報</p> <p>有毒ガスの警報について、①～④を確認する。(解説-8)</p> <p>① 原子炉制御室及び緊急時制御室に、前項(1)1)及び2)の検出装置からの信号を受信して自動的に警報する装置が設置されていること。</p> <p>② 緊急時対策所については、前項(1)2)の検出装置からの信号を受信して自動的に警報する装置が設置されていること。</p> <p>③ 「警報する装置」は、表示ランプ点灯だけでなく同時にブザー鳴動等を行うことができること。</p> <p>④ 有毒ガスの警報は、原子炉制御室等の運転・対処要員が適切に確認できる場所に設置されていること(例えば、見やすい場所に設置する等)。</p> <p>(3) 通信連絡設備による伝達</p> <p>通信連絡設備による伝達について、①及び②を確認する。</p> <p>① 既存の通信連絡設備により、有毒ガスの発生又は到達を検知した運転員から、当該運転員以外の運転・対処要員に有毒ガスの発生を知らせるための手順及び実施体制が整備されていること。</p> <p>② 敷地内で異臭等の異常が確認された場合には、これらの異常の内容を原子炉制御室又は緊急時制御室の運転員に知らせ、運転員から、当該運転員以外の運転・対処要員に知らせるための手順及び実施体制が整備されていること。</p> <p>(4) 防護措置</p> <p>原子炉制御室等内及び重要操作地点において、運転・対処要員の吸気中の有毒ガスの濃度が有毒ガス防護判断基準値を超えないよう、スクリーニング評価結果を踏まえ、必要に応じて1)～5)の防護措置を講じることを有毒ガス影響評価において前提としている場合には、妥当性の判断において、講じられた防護措置を確認する¹⁹⁾。</p> <p>1) 換気空調設備の隔離</p> <p>防護措置として換気空調設備の隔離を講じる場合、①及び②を</p>	

有毒ガス防護に係る影響評価ガイド	原子炉制御室等における有毒ガス防護に係る影響評価の対応状況
<p>確認する。</p> <p>① 対象発生源から発生した有毒ガスを原子炉制御室等の換気空調設備によって取り入れないように外気との連絡口は遮断可能であること。</p> <p>② 隔離時の酸欠防止等を考慮して外気取り入れの再開が可能であること。</p> <p>2) 原子炉制御室等の正圧化 防護措置として原子炉制御室等の正圧化を講じる場合は、①～④を確認する。</p> <p>① 加圧ポンベによって原子炉制御室等を正圧化する場合、有毒ガスの放出継続時間を考慮して、加圧に必要な期間に対して十分な容量の加圧ポンベが配備されること。また、加圧ポンベの容量は、有毒ガスの発生時用に確保されること（放射性物質の放出時用等との兼用は不可。）。</p> <p>② 中和作業の所要時間を考慮して、加圧ポンベの容量を確保してもよい。その場合は、有毒化学物質の広がり の想定が適切であること（例えば、敷地内可動源の場合、道路幅、傾斜等を考慮し広がり面積が想定されていること、敷地内固定源の場合、堰全体に広がるのが想定されていること等。）。</p> <p>③ 原子炉制御室等内の正圧が保たれているかどうか確認できる測定器が配備されること。</p> <p>④ 原子炉制御室等を正圧化するための手順及び実施体制が整備されること。</p> <p>3) 空気呼吸具等の配備 防護措置として空気呼吸具等及び防護服の配備を講じる場合は、①～④を確認する。</p> <p>なお、対象発生源の場合、有毒ガスが特定できるため、防毒マスクを配備してもよい。</p> <p>① 空気呼吸具等及び防護服を着用する場合、運転操作に悪影響を与えないこと。空気呼吸具等及び防護服は、原子炉制御室等内及び重要操作地点にとどまる人数に対して十分な数が配備されること。</p> <p>② 空気呼吸具等を使用する場合、有毒ガスの放出継続時間を考慮して、空気呼吸具等を着用している時間に対して十分な容量の空気ポンベ又は吸収缶（以下「空気ポンベ等」という。）</p>	

有毒ガス防護に係る影響評価ガイド	原子炉制御室等における有毒ガス防護に係る影響評価の対応状況
<p>が原子炉制御室等内又は重要操作地点近傍に適切に配備されること。</p> <p>なお、原子炉制御室等内又は重要操作地点近傍に全て配備できない場合には、継続的に供給できる手順及び実施体制が整備されること。</p> <p>空気ポンプ等の容量については、次の項目を確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> －有毒ガス影響評価を基に、有毒ガスの放出継続時間に対して、容量が確保されること。 －有毒ガス影響評価を行わない場合は、対象発生源の有毒化学物質保有量等から有毒ガスの放出継続時間を想定し、容量を確保してもよい。 －中和作業の所要時間を考慮して、空気ポンプ等の容量を確保してもよい。その場合は、有毒化学物質の広がり想定が適切であること（例えば、敷地内可動源の場合、道路幅、傾斜等を考慮し広がり面積が想定されていること、敷地内固定源の場合、堰全体に広がること想定されていること等。）。 －容量は、有毒ガスの発生時用に確保されること（空気の容量については、放射性物質の放出時用等との兼用は不可。ただし、空気ポンプ以外の器具（面体を含む。）は、兼用してもよい。）。 <p>③ 原子炉制御室等内及び重要操作地点の有毒ガス防護対象者の吸気中の有毒ガスの濃度が有毒ガス防護判断基準値以下となるように、運転・対処要員が空気呼吸具等の使用を開始できること。（解説-9）</p> <p>④ 空気呼吸具等を使用するための手順及び実施体制が整備されること。</p> <p>4) 敷地内の有毒化学物質の中和等の措置</p> <p>防護措置として敷地内の有毒化学物質の中和等の措置を講じる場合、有毒ガスの発生を終息させるための活動（漏えいした有毒化学物質の中和等）を速やかに行うための手順及び実施体制が整備されることを確認する。（解説-10）</p> <p>5) その他</p> <p>① 空気浄化装置を利用する場合には、その浄化能力に対する技術的根拠が示されていること。</p>	

有毒ガス防護に係る影響評価ガイド	原子炉制御室等における有毒ガス防護に係る影響評価の対応状況
<p>② インリーク率の低減のための設備（加圧設備以外）を利用する場合、設備設置後のインリーク率が示されていること。</p> <p>③ その他の防護具等を考慮する場合は、その技術的根拠が示されていること。</p> <p>(解説-8) 有毒ガスの発生及び到達を検出し警報する装置</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 有毒ガスの発生を検出する装置については、必ずしも有毒ガスの発生そのものではなく、有毒ガスの発生の兆候を検出することとしてもよい。例えば、検出装置として貯蔵タンクの液位計を用いており、当該液位計の故障等によって原子炉制御室及び緊急時制御室への信号が途絶えた場合、その信号の途絶を貯蔵タンクの損傷とみなし、有毒ガスの発生の兆候を検出したとしてもよい。 ● 有毒ガスの到達を検出するための装置については、検出装置の応答時間を考慮し、防護措置のための時間的余裕が見込める場合は、可搬型でもよい。また、当該装置に警報機能がある場合は、その機能をもって有毒ガスの到達を警報する装置としてもよい。 ● 敷地内可動源については、人による認知が期待できることから、発生及び到達を検出する装置の設置は求めないこととした。 ● 有毒ガスが検出装置に到達してから、検出装置が応答し警報装置に信号を送るまでの時間について、その後の対応等に要する時間を考慮しても、必要な時間までに換気空調設備の隔離を行えるものであること。 <p>(解説-9) 米国におけるIDLH と空気呼吸具の使用との関係</p> <p>米国では、急性毒性の判断基準としてIDLH が用いられている。IDLH 値の例を表4 に示す。30 分間のばく露を想定したIDLH 値は、多数の有毒ガスについて空気呼吸具の選択のために策定されており、米国規制指針⁵において、有毒化学物質の漏えい等の検出から2 分以内に空気呼吸具の使用を開始すべきとされ、解説⁷では、この2 分という設定はIDLH 値の使用における安全余裕を与えるものであるとされている。</p>	

表4 代表的な有毒化学物質に対するIDLH値の例

有毒化学物質	IDLH 値		有毒化学物質	IDLH 値	
	ppm ^a	mg/m ^{3b}		ppm ^a	mg/m ^{3b}
アクリロニトリル	85	184	硝酸	25	64
アンモニア	300	208	水酸化ナトリウム	—	10
エタノールアミン	30	75	スチレン	700	2980
塩化水素	50	75	トルエン	500	1883
塩素	10	29	ヒドラジン	50	66
オキシラン	800	1442	ベンゼン	500	1596
過酸化水素	75	104	ホルムアルデヒド	20	25
キシレン	900	3907	メタノール	6000	7872
シクロヘキサン	1300	4472	硫酸	—	15
1,1-ジクロロエタン	3000	12135	リン酸トリブチル	30	327

a: 標準温度 (25℃) 及び標準圧力 (1013.25hPa) における空気中の蒸気またはガス濃度
 b: 空気中濃度 (ppm) から標準温度、標準圧力、有毒化学物質の分子量、気体定数を用いて換算した濃度

(解説-10) 有毒ガスばく露下で作業予定の要員について

有毒ガスの発生時に有毒ガスばく露下での作業 (漏えいした有毒化学物質の中和等) を行う予定の要員についても、手順及び実施体制を整備すべき対象に含まれることから、空気呼吸具等及び必要な作業時間分の空気ボンベ等の容量が配備されていることを確認する必要がある (6.2の対策においては、防毒マスク及び吸収缶を除く。)

6. 1. 2. 2 敷地外の対象発生源への対応

(1) 敷地外からの連絡

敷地外で有毒ガスが発生した場合、その発生を原子炉制御室又は緊急時制御室内の運転員に知らせる仕組み (例えば、次の情報源から有毒ガスの発生事故情報を入手し、運転員に知らせるための手順及び実施体制) が整備されること。

- 消防、警察、海上保安庁、自衛隊
- 地方公共団体 (例えば、防災有線放送、防災行政無線、防災メール、防災ラジオ等)
- 報道 (例えば、ニュース速報等)
- その他有毒ガスの発生事故に係る情報源

有毒ガス防護に係る影響評価ガイド	原子炉制御室等における有毒ガス防護に係る影響評価の対応状況
<p>(2) 通信連絡設備による伝達</p> <p>① 敷地外からの連絡があった場合には、既存の通信連絡設備により、運転・対処要員に有毒ガスの発生を知らせるための手順及び実施体制が整備されること。</p> <p>② 敷地外からの連絡がなくても、敷地内で異臭がする等の異常が確認された場合には、これらの異常の内容を原子炉制御室又は緊急時制御室の運転員に知らせ、運転員から、当該運転員以外の運転・対処要員に知らせるための手順及び実施体制が整備されること。</p> <p>(3) 防護措置</p> <p>原子炉制御室等内及び重要操作地点において、運転・対処要員の吸気中の有毒ガスの濃度が有毒ガス防護判断基準値を超えないよう、スクリーニング評価結果を基に、有毒ガス影響評価において、必要に応じて防護措置を講じることを前提としている場合には、妥当性の判断において、講じられた防護措置を確認する²⁰。確認項目は、6. 1. 2. 1 (4) と同じとする。(解説-1 1)</p> <p>(解説-1 1) 敷地外において発生する有毒ガスの認知</p> <p>敷地外の対象発生源で、有毒ガスの種類が特定できるものについて、有毒ガス影響評価において、有毒ガスの到達と敷地外からの連絡に見込まれる時間の関係などにより、防護措置の一部として、当該発生源からの有毒ガスの到達を検出するための設備等を前提としている場合には、妥当性の判断において、講じられた防護措置を確認する。</p> <p>6. 2 予期せず発生する有毒ガスに関する対策</p> <p>対象発生源が特定されない場合においても、予期せぬ有毒ガスの発生(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)を考慮し、原子炉制御室等に対し、最低限の対策として、(1)～(3)を確認する。(解説-1 2)</p> <p>(1) 防護具等の配備等</p> <p>① 運転・初動要員に対して、必要人数分の防護具等が配備されるとともに、防護のための手順及び実施体制が整備されていること。少なくとも、次のものが用意されていること。</p>	<p>6.2 予期せず発生する有毒ガスに関する対策</p> <p>(1) 防護具等の配備等</p> <p>① 運転・初動要員に対して、必要人数分の自給式呼吸器及び酸素ポンペを配備するとともに、防護のための手順及び実施体制を整備することとしている。(5.2.1, 第5.2.1-1表及び第</p>

有毒ガス防護に係る影響評価ガイド	原子炉制御室等における有毒ガス防護に係る影響評価の対応状況
<p>—敷地内における必要人数分の空気呼吸具又は同等品（酸素呼吸器等）²¹の配備（着用のための手順及び実施体制を含む。）</p> <p>—一定量の空気ポンベの配備（例えば、6 時間分。なお、6. 1. 2. 1（4）3）において配備する空気ポンベの容量と兼用してもよい。）（解説-13）</p> <p>② 敷地内固定源及び可動源において中和等の終息作業を考慮する場合については、予定されていた中和等の終息作業ができなかった場合を考慮し、スクリーニング評価（中和等の終息作業を仮定せずに実施。）の結果有毒ガスの放出継続時間が6 時間を超える場合は、①に加え、当該放出継続時間まで空気呼吸具又は同等品（酸素呼吸器等）の継続的な利用ができることを考慮し、空気ポンベ等が配備されていること。（解説-14）</p> <p>③ バックアップとして、供給体制が用意されていること（例えば、空気圧縮機による使用済空気ポンベへの空気の再充填等）。</p> <p>④ ①において配備した防護具等については、必要に応じて有毒ガスばく露下で作業予定の要員が使用できるよう、手順及び実施体制（防護具等の追加を含む。）が整備されていること。（解説-10）</p> <p>(2) 通信連絡設備による伝達</p> <p>① 敷地外からの連絡があった場合には、既存の通信連絡設備により、原子炉制御室等の運転・対処要員に有毒ガスの発生を知らせるための手順及び実施体制が整備されていること。</p> <p>② 敷地内で異臭等の異常が確認された場合には、これらの異常の内容を原子炉制御室又は緊急時制御室の運転員に知らせ、運転員から、当該運転員以外の運転・対処要員に知らせるための手順及び実施体制が整備されていること。</p> <p>(3) 敷地外からの連絡</p> <p>有毒ガスが発生した場合、その発生を原子炉制御室又は緊急時制御室内の運転員に知らせる仕組み（例えば、次の情報源から有毒ガスの発生事故情報を入手し、運転員に知らせるための手順及び実施体制）が整備されていること。</p> <p>—消防、警察、海上保安庁、自衛隊</p> <p>—地方公共団体（例えば、防災有線放送、防災行政無線、防災メール、防災ラジオ等）</p>	<p>5.2.1-2表、別紙9-1)</p> <p>②1人当たり自給式呼吸器を6時間使用するのに必要となる酸素ポンベを配備することとしている。（5.2.1, 第5.2.1-2表, 別紙9-1)</p> <p>③バックアップとして、自給式呼吸器に使用する酸素ポンベの継続的な供給体制を整備することとしている。（5.2.1, 別紙9-2)</p> <p>④予期せず発生する有毒ガスが発生した場合においても、自給式呼吸器等を使用することで、必要な対処・初動対応が行えるよう手順及び実施体制を整備することとしている。（別紙9-1)</p> <p>(2) 通信連絡設備による伝達</p> <p>敷地外からの連絡があった場合には、既存の通信連絡設備により、中央制御室等の運転・対処要員に有毒ガスの発生を知らせるための手順及び実施体制を整備することとしている。</p> <p>また、敷地内で異臭等の異常が確認された場合には、これらの異常の内容を中央制御室の発電課長等に知らせ、発電課長等から、その他の運転・対処要員に知らせるための手順及び実施体制を整備することとしている。（5.2.2, 別紙9-1)</p> <p>(3) 敷地外からの連絡</p> <p>有毒ガスが発生した場合、その発生を中央制御室の運転員に知らせる仕組みを整備することとしている。（5.2.3, 別紙9-1)</p>

有毒ガス防護に係る影響評価ガイド	原子炉制御室等における有毒ガス防護に係る影響評価の対応状況
<p> ー報道（例えば、ニュース速報等） ーその他有毒ガスの発生事故に係る情報源 </p> <p> （解説-1 2） 予期せず発生する有毒ガスの検出 予期せず発生する有毒ガスについて、有毒ガスの種類と量が特定できないものもあり、その場合、検出装置の設置は困難なことから、それを求めないこととし、人による異常の認知（例えば、臭気での検出、動植物等の異常の発見等）によることとした。 </p> <p> （解説-1 3） 空気ポンベの容量 米国では、空気呼吸具の空気の容量について、影響評価の結果対応が必要となった場合、敷地内で少なくとも6 時間分を用意し、追加分については、敷地外から数百時間分の空気ポンベの供給が可能であることを求めており、予期せず発生する有毒ガスについては考慮の対象としていない⁵。今般、国内のタンクローリーによる有毒化学物質輸送事故等の事例⁸を踏まえ、中和、回収等の作業の所要時間を考慮して、一定量として、6時間分が用意されていることとした。 </p> <p> 予期せず発生する有毒ガスについては、影響評価の結果、有毒ガスが発生しないとされる場合であっても求める対応であることから、空気の容量は他の用途の容量（例えば、「原子力災害対策特別措置法に基づき原子力事業者が作成すべき原子力事業者防災業務計画等に関する命令」（平成24年文部科学省、経済産業省令第4号）第4条の要求により保有しているもの等）と兼用してもよいこととする。 </p> <p> （解説-1 4） バックアップについて バックアップについては、敷地内外からの空気の供給体制（例えば、空気圧縮機による使用済空気ポンベへの清浄な空気の再充填、離れた場所からの空気ポンベの供給等）により、継続的に供給されることが望ましい。 </p>	

調査対象とする有毒化学物質について

1. 有毒化学物質の設定

固定源及び可動源の調査において、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) で調査対象外の説明を求めている。このため、3. 1 (1) の説明では調査対象を示すとともに、有毒化学物質について定義する必要がある。

よって、ガイド 3. 1 で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、以下の通り定義し、有毒化学物質を設定した。

【ガイド記載】 1. 3

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

(1) 設定方法

○人に対する悪影響

「人に対する悪影響」については、ガイドにて定義されていないが、有毒ガス防護判断基準値の定義及びその参照情報として採用されている IDLH 値や最大許容濃度の内容は、以下のとおりである。

・有毒ガス防護判断基準値：

有毒ガスの急性ばく露に関し、中枢神経等への影響を考慮し、運転・対処要員の対処能力に支障を来さないと想定される濃度限度値をいう。(ガイド 1. 3 (1 3))

・IDLH 値：

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)

上記内容を勘案し、有毒化学物質とは、以下のような「人に対する悪影響」を与えるものとし、設定した。

①中枢神経影響物質

②急性毒性（致死）影響物質

③呼吸器障害の原因となるおそれがある物質

○参照する情報源

有毒化学物質の選定のための情報源として、以下の 3 種類のものとした。

①国際化学安全性カード(ICSC)による情報を主たる情報源とする。

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。

②急性毒性の観点で国内法令で規制されている物質

③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

(2) 設定範囲

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、設定の対象とした。

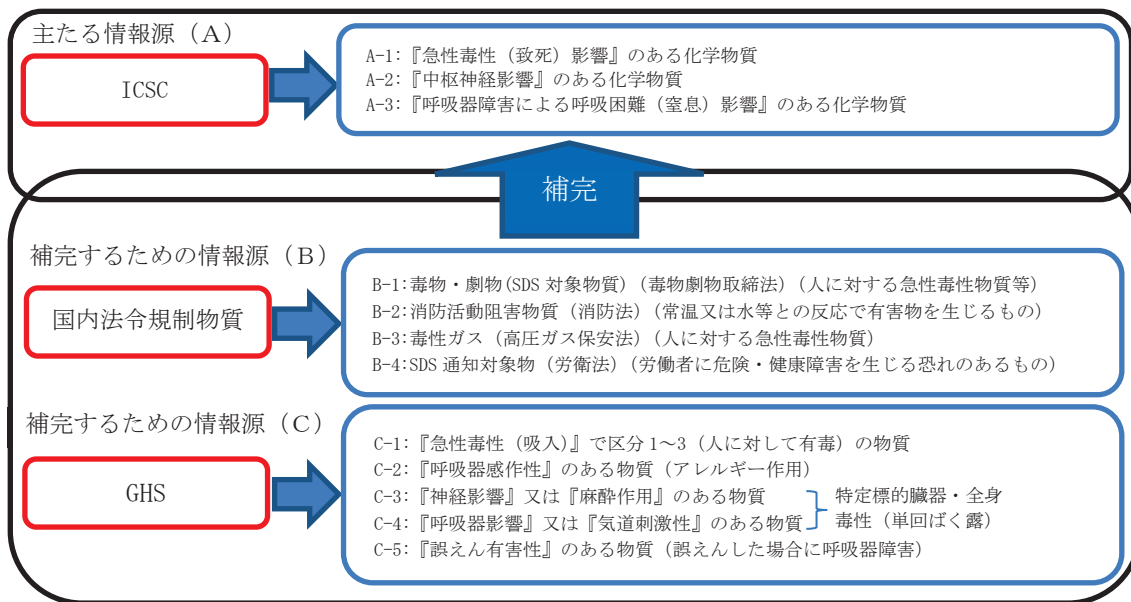


図 1 各情報源における急性毒性影響

【出典元】

それぞれの情報源の出典等は以下のとおりである。

[1] ICSC カード: 医薬品食品衛生研究所『国際化学物質安全性カード (ICSC) 日本語版』

・最終更新: 令和 2 年 7 月 21 日

[2] 各法令

① 消防法: 危険物の規制に関する政令及びその関連省令

・最新改正: 令和 3 年 7 月 21 日 総務省令第 71 号

② 毒物及び劇物取締法: 医薬品食品衛生研究所『毒物及び劇物取締法 (毒劇法) (2) 毒劇物検索用ファイル』

・最終更新: 令和 2 年 7 月 2 日

- ③高圧ガス保安法：一般高圧ガス保安規則
 - ・最新改正：令和3年2月22日経済産業省令第5号
 - ④労働安全衛生法：厚生労働省『職場のあんぜんサイト：表示・通知対象物質の一覧・検索』
 - ・最終更新：令和3年1月1日
- [3]GHS分類：経済産業省『政府によるGHS分類結果』
- ・最終更新：令和3年5月

(3) 設定結果

上記の方法により、各情報源から抽出された有毒化学物質の例を表1に示す。

なお、水素及び窒素については、表2に示すとおり ICSC 及び GHS のデータベースにおいていずれも急性毒性に関する記載がなく、ICSC の吸入の危険性において「窒息」の記載はあるが、閉ざされた場所に限定されているため、開放空間において設備・機器類等に貯蔵されている窒息性ガスは固定源及び可動源の対象外とする。

表1 各情報源から抽出された有毒化学物質の調査結果（例）

情報源	影響による分類	代表例	
I C S C	A-1:『急性毒性（致死）影響』のある化学物質	・塩酸 ・ヒドラジン ・硫酸	・フッ化水素 ・塩素 ・二酸化窒素
	A-2:『中枢神経影響』のある化学物質	・ヒドラジン ・メタノール ・エチレングリコール	・ほう酸 ・酸素 ・プロパン
	A-3:『呼吸器障害による呼吸困難（窒息）影響』のある化学物質	・塩酸 ・硫酸 ・フッ化水素	・プロパン ・硝酸 ・二酸化窒素
国内法令規制物質	B-1:毒物・劇物(SDS 対象物質) (毒物劇物取締法) (人に対する急性毒性物質等)	・アンモニア ・塩酸 ・ヒドラジン	・メタノール ・フッ化水素 ・水酸化ナトリウム
	B-2:消防活動阻害物質 (消防法) (常温又は水等との反応で有害物を生じるもの)	・アセチレン ・生石灰 ・無水硫酸	・水銀 ・ヒ素 ・フッ化水素
	B-3:毒性ガス (高压ガス保安法) (人に対する急性毒性物質)	・アンモニア ・ベンゼン ・塩素	・一酸化炭素 ・硫化水素 ・フッ素
	B-4:SDS 通知対象物 (労衛法) (労働者に危険・健康障害を生じる恐れのあるもの)	・塩酸 ・ヒドラジン ・メタノール	・過酸化水素 ・水酸化ナトリウム ・硫酸
G H S	C-1:『急性毒性（吸入）』で区分1~3 (人に対して有毒) の物質	・塩酸 ・ヒドラジン ・硫酸	・フッ化水素 ・過酸化水素 ・硫化水素
	C-2:『呼吸器感受性』のある物質 (アレルギー作用)	・塩酸 ・アセチルサリチル酸 ・クロム	・ホルムアルデヒド ・ニッケル ・コバルト
	C-3:『神経影響』又は『麻酔作用』のある物質	・アンモニア ・ヒドラジン ・メタノール	・エチレングリコール ・過酸化水素 ・炭酸ガス
	C-4:『呼吸器影響』又は『気道刺激性』のある物質	・アンモニア ・塩酸 ・ヒドラジン	・メタノール ・エチレングリコール ・水酸化ナトリウム
	C-5:『誤えん有害性』のある物質 (誤えんした場合に呼吸器障害)	・スチレン ・ベンゼン ・トルエン	・キシレン ・水酸化カリウム

表2 ICSC及びGHSにおける窒素及び水素の記載

	ICSC	GHS
窒素（気体）	<p>【吸入の危険性】 容器を開放すると、閉ざされた場所では空気中の酸素濃度が低下して、窒息を起こすことがある。</p> <p>【短期曝露の影響】 記載無し。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・急性毒性（吸入：ガス）：区分に該当しない ・呼吸器感作性：分類できない（データなし）
窒素（液化）	<p>【吸入の危険性】 容器を開放すると、閉ざされた場所では窒息の危険を生じる。</p> <p>【短期曝露の影響】 液体は、凍傷を引き起こすことがある。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・特定標的臓器毒性（単回暴露）：分類できない（データなし） ・誤えん有害性：区分に該当しない（分類対象外）
水素	<p>【吸入の危険性】 容器を開放すると、閉ざされた場所では空気中の酸素濃度が低下して、窒息を起こすことがある。</p> <p>【短期曝露の影響】 窒息。冷ガスに曝露すると、凍傷を引き起こすことがある。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・急性毒性（吸入：ガス）：区分に該当しない ・呼吸器感作性：分類できない（データなし） ・特定標的臓器毒性（単回暴露）：分類できない（データなし） ・誤えん有害性：区分に該当しない（分類対象外）

2. 発電所内の有毒化学物質

原子力発電所では、運転管理に伴い様々な化学物質を使用している。女川原子力発電所で使用される化学物質の代表例を表3に示す。

表3 女川原子力発電所で使用される化学物質(例) (1/2)

給水・復水系		
使用用途	化学物質名称	備考
腐食防止	<u>酸素</u>	安定な酸化鉄の保護被膜形成による腐食抑制及びクラッド低減

液体・固体廃棄物処理系		
使用用途	化学物質名称	備考
pH調整	<u>硫酸</u>	廃液のpHを調整する
pH調整	<u>水酸化ナトリウム</u>	廃液のpHを調整する
セメント固化処理	<u>セメント</u>	セメント固化処理充填剤
廃液処理	<u>硫酸アルミニウム</u>	洗濯廃液に含まれる洗剤成分を凝集沈殿により除去する

ほう酸水注入系		
使用用途	化学物質名称	備考
ほう酸水注入系	<u>五ホウ酸ナトリウム</u> <u>十水和物</u>	代替スクラム機能としてほう酸水注入系にて原子炉へ注入する

補機冷却水系		
使用用途	化学物質名称	備考
防錆材	<u>亜硝酸ナトリウム</u>	配管内面に保護被膜を形成することにより耐食性を向上させる

純水装置		
使用用途	化学物質名称	備考
純水生成	<u>硫酸</u>	純水製造装置での純水生成に使用する
	<u>水酸化ナトリウム</u>	純水製造装置での純水生成に使用する

飲料水製造		
使用用途	化学物質名称	備考
不純物除去	ポリ塩化アルミニウム	原水中に含まれる混濁成分を凝集し除去する
殺菌剤	<u>次亜塩素酸ナトリウム</u>	飲料水中の微生物の繁殖を抑制する

※：化学物質名称の下線部分は有毒化学物質を示す。

表3 女川原子力発電所で使用される化学物質(例) (2/2)

ポンベ		
使用用途	化学物質名称	備考
発電機	水素	発電機を冷却する
	<u>二酸化炭素</u>	発電機から水素を除去する
	窒素	発電機から水素を除去する
消火	<u>二酸化炭素</u>	空気中の酸素濃度を下げることにより窒息消火を行う
	<u>ハロン 1301</u>	
焼却炉設備の燃料	<u>プロパン</u>	焼却炉の燃料として使用する
分析装置	<u>イソブタン</u>	ヘリウムとの混合ガスを放射能分析装置の計数ガスとして使用する

燃料関係		
使用用途	化学物質名称	備考
ガスタービン発電機 ディーゼル発電機	<u>軽油</u>	発電用の燃料として使用する

開閉所関係		
使用用途	化学物質名称	備考
絶縁体	<u>六フッ化硫黄</u>	遮断器の絶縁ガスとして使用する

※：化学物質名称の下線部分は有毒化学物質を示す。

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、以下のとおり、調査を行い女川原子力発電所内で使用される有毒化学物質を抽出した。抽出フローを図2に示す。

(1) 有毒化学物質を含むおそれがある化学物質抽出

女川原子力発電所において使用される有毒化学物質が含まれるおそれがある化学物質を調査対象範囲とし、以下のとおり実施した。

①設備、機器類

図面類、法令に基づく届出情報等により、対象設備、機器類を抽出した。

②資機材、試薬類

購買記録、点検記録、現場確認等により、対象物品を抽出した。

③生活用品

生活用品については、運転員の対処能力に影響を与える観点で考慮不要と考えられることから、名称等を整理(類型化)し、抽出した。

(2) 有毒化学物質との照合

2. (1)で抽出した①、②の化学物質について、CAS 番号等をもとに、1. (3)で設定した有毒化学物質リストとの照合を行い、有毒化学物質か否か判定を行った。

(3) 抽出した有毒化学物質のリスト化

2. (1)、(2)をとりまとめ、発電所で使用する全ての有毒化学物質としてリスト化した。リストの詳細は、別紙4-7-1, 2に示す。

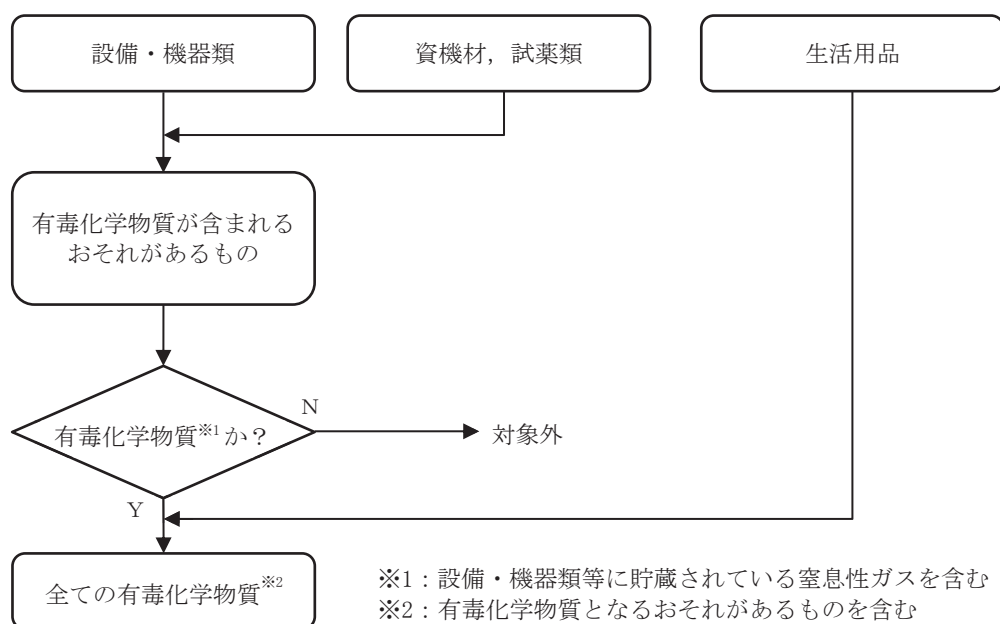


図2 有毒化学物質の抽出フロー

敷地外固定源の特定に係る調査対象法令の選定について

対象とする法令は、環境省の「化学物質情報検索支援システム」にて、化学物質の管理に係る主要な法律として示された法律及び「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律 逐条解説」に示された化学物質に関連する法律の内容を調査し、化学物質の貯蔵を規制している法律を選定した。

また、多量の化学物質を貯蔵する施設として化学工場等の産業施設が想定されることから、経済産業省に関連する法律のうち、特にガスの貯蔵を規制する法律についても選定した。

具体的には、上記の法律のうち貯蔵量等に係る届出義務のある法律を対象として開示請求を実施した。届出情報の開示請求を実施する法律の選定結果を表 1 に示す。

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
化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律	×	×
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	×	×
毒物及び劇物取締法	○	○
環境基本法	×	×
大気汚染防止法	×	×
水質汚濁防止法	×	×
土壌汚染対策法	×	×
農薬取締法	×	×
悪臭防止法	×	×
廃棄物の処理及び清掃に関する法律	×	×
下水道法	×	×
海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律	×	×
ダイオキシン類対策特別措置法	×	×
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	×	×
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	×	×
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	×	×
地球温暖化対策の推進に関する法律	×	×
食品衛生法	×	×
水道法	×	×
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	×	×
建築基準法	×	×
有害物質を含有する家庭用品の規制に関する法律	×	×
労働安全衛生法	×	×
肥料の品質の確保等に関する法律	×	×
麻薬及び向精神薬取締法	○	× ^{※1}
覚醒剤取締法	○	× ^{※1}
消防法	○	○
飼料の安全性の確保及び品質の改善に関する法律	×	×
放射性同位元素等の規制に関する法律	○	× ^{※2}
高圧ガス保安法	○	○
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}
ガス事業法	○	○
石油コンビナート等災害防止法	○	× ^{※4}

※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：発電所に最寄りの石油コンビナート等特別防災区域は塩釜地区及び仙台地区であるが、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。

固定源と可動源について

固定源及び可動源の調査において、ガイド3. 1 (1) では、敷地内の固定源及び可動源を調査対象としていることが求められている。

今回、調査対象とする固定源及び可動源について考え方を整理した。

整理に当たっては、ガイド1. 3の固定源及び可動源の定義を参照した。

○固定源

固定源（ガイド1. 3 (10)）

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。

貯蔵施設は、貯蔵タンクのように物理的に固定され、常時配管が接続されているもの他、タンクのみが設置されるもの、バッテリーのように機器に内包されるもの、貯蔵庫や資材置場等に薬品等が単品で保管される場合もあることから、有毒ガス防護上、これら全てを貯蔵施設に保管されたものとして取り扱う。固定源の例を図1に示す。

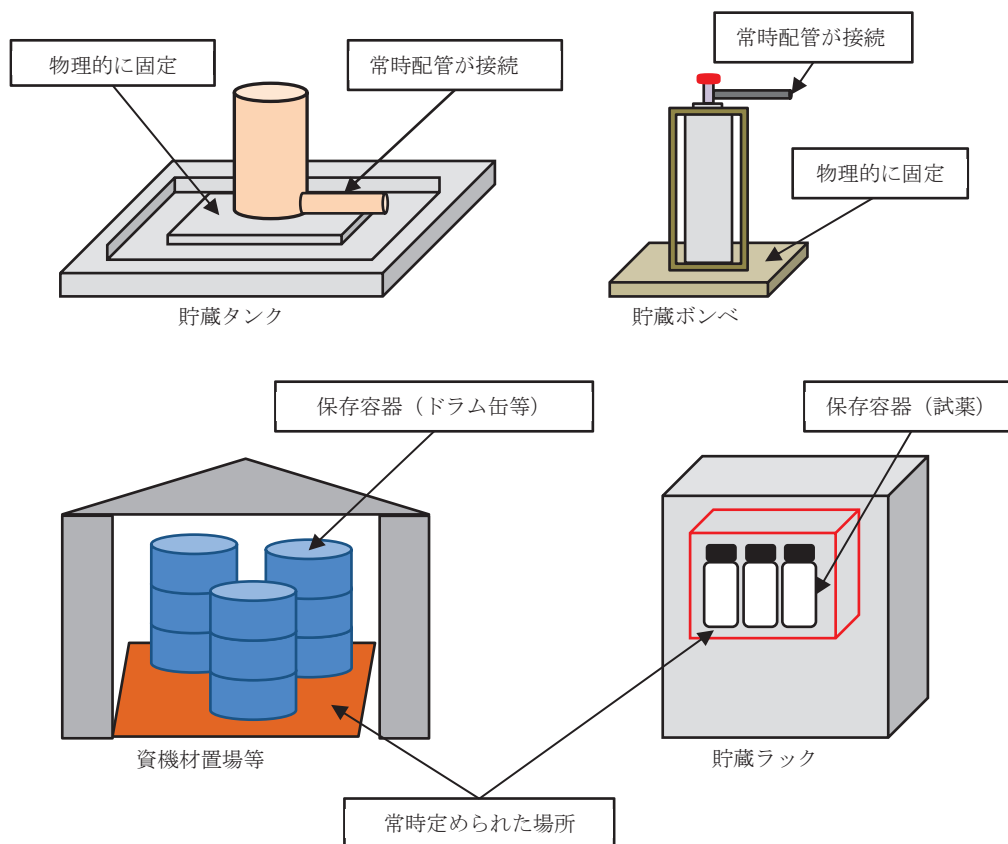


図1 固定源の例

○可動源

可動源（ガイド1.3（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。

可動源については、固定源へ補給を行うため、タンクローリーに加え、車両等により運搬されるものも対象として取り扱う。

固体あるいは揮発性が乏しい液体の取り扱いについて

ガイドにおける有毒ガス防護に係る妥当性確認においては、『ガス発生源の調査（3. 評価に当たって行う事項）』の後、『評価対象物質の評価を行い、対象発生源を特定（4. 対象発生源特定のためのスクリーニング評価）』したうえで、『防護措置等を考慮した放出量、拡散の評価（5. 有毒ガス影響評価）』を行う。

スクリーニング評価に先立ち実施する固定源及び可動源の調査のうち、敷地内固定源については、「敷地内に保管されている全ての有毒化学物質」が調査対象とされているが、確実に調査、影響評価及び防護措置の策定ができるように、スクリーニング評価において「固体あるいは揮発性が乏しい液体」の取り扱いについて考え方を整理した。

整理に当たっては、ガイドの「3. 評価に当たって行う事項」の解説-4（調査対象外とする場合）を考慮した。

【ガイド記載】

(解説-4) 調査対象外とする場合

貯蔵容器が損傷し、容器に貯蔵されている有毒化学物質の全量が流出しても、有毒ガスが大気中に多量に放出されるおそれがないと説明できる場合。(例えば、使用場所が限定されていて貯蔵量及び使用量が少ない試薬等)

常温で固体あるいは揮発性が乏しい液体は、以下の理由により蒸発量が少ないことから、有毒ガスのうち気体状の有毒化学物質が大気中に多量に放出されることはないため、調査対象外とする。

- 固体は揮発するものではないため、固体又は固体を溶解している水溶液中の固体分子は蒸発量が少ない。
- 濃度が生活用品程度の水溶液は、一般的に生活用品として使用される濃度であり、蒸発量は少ない。
- 沸点は、化学物質の飽和蒸気圧が外圧と等しくなる温度であり、化学物質が沸点以上になると沸騰し多量に気化するため、発電所の一般的な環境として超えることのない100℃を沸点の基準とし、それ以上の沸点をもつ物質は多量に放出されるおそれがない。ただし、沸点が100℃以上の物質を一律に除外するのではなく、念のため分圧が過度の値でないことを確認する。

また、薬品の蒸発率は、文献「Modeling hydrochloric acid evaporation in ALOHA」に記載の下記の式に従い、化学物質の分圧に依存するため、濃度が低く分圧が小さい薬品も揮発性が乏しい液体に含まれる。

$$E = A \times K_M \times \left(\frac{M_W \times P_v}{R \times T} \right) \text{ (kg/s)}$$

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

- E : 蒸発率 (kg/s)
- E_C : 補正蒸発率 (kg/s)
- A : 拡がり面積 (m²)
- K_M : 化学物質の物質移動係数 (m/s)
- M_W : 化学物質の分子量 (g/mol)
- P_a : 大気圧 (Pa)
- P_v : 化学物質の分圧 (Pa)
- R : ガス定数 (J/kmol・K)
- T : 温度 (K)

女川原子力発電所敷地内に貯蔵される薬品のうち試薬である塩酸の場合、20℃において、濃度 20%の塩酸の分圧が 27.3Pa、濃度 36%の塩酸の分圧が 14,065Pa である。よって、濃度 20%の塩酸の蒸発率は濃度 36%の塩酸の蒸発率の 1/500 以下となるため、大気中に多量に放出されることはない。

以上を踏まえ、具体的な判断フローを図 1 に示す。

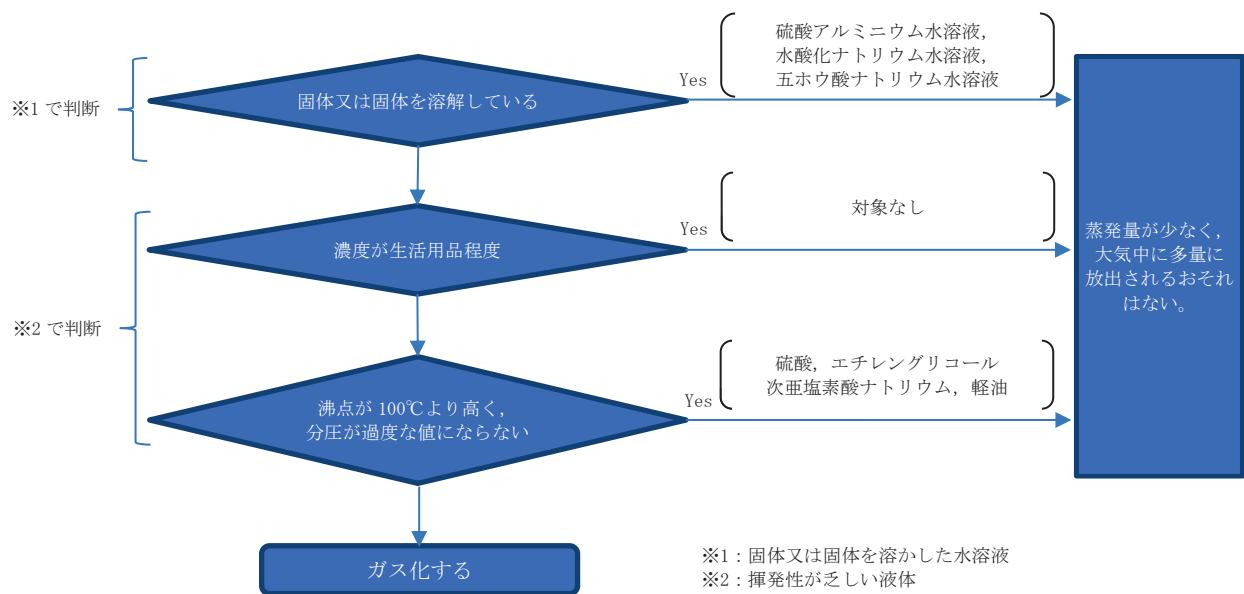


図 1 固体あるいは揮発性が乏しい液体の判断フロー

図1のフローに基づき、固体あるいは揮発性が乏しい液体について抽出した。また、対象物質の物性値を表1に示す。

表1 対象物質の物性値

物質名	100%濃度における沸点	100%濃度における分圧	低濃度における分圧
硫酸 (5%, 20%, 25%, 85%, 98%)	340°C (分解) (100%未満) ^{※1}	<10Pa(100%未満, 20°C) ^{※1}	—
エチレングリコール(30%)	197°C ^{※1}	6.5Pa (20°C) ^{※1}	—
次亜塩素酸ナトリウム(12%)	111°C ^{※2}	2000~2500Pa ^{※1}	—
軽油 (100%)	160~360°C ^{※3}	約 280~350Pa (21°C) ^{※3}	—

※1：国際化学物質安全性カード

※2：PubChem (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Sodium-hypochlorite>)

※3：安全データシート（モデル SDS）

一方、有毒化学物質の保管状態によっては、放出時にエアロゾル化する場合もあることから、以下のとおり有毒化学物質のエアロゾル化について検討を行った。

エアロゾルは、その生成過程の違いから、粉塵、フューム、煙及びミストに分類される。（表2参照）

放射性固体廃棄物処理用に使用するセメントは、常温常圧で固体の対象物質であるが、廃棄物と固化させる過程において水又は濃縮廃液と混練する。混練したセメントと水又は濃縮廃液は、固化するまでの間は、常温常圧下の液体である。

液体の対象物質のエアロゾルの形態としては、煙又はミストが挙げられるが、煙については、燃焼に伴い発生するものであり、本規制の適用範囲外であることから、液体のエアロゾル化に対してはミストへの考慮が必要である。

表2 エアロゾルの形態及び生成メカニズム

エアロゾルの形態	メカニズム ¹⁾	対象物質
粉塵 (dust)	固形物はその化学組成が変わらないままで、形、大きさが変わって粒状になり空气中に分散したもので、粉碎、研磨、穿孔、爆破、飛散など、主として物理的粉碎・分散過程で生じる。したがって、球状、針状、薄片状など、形、大きさともに不均一でかつ大きさは1μm以上のものが多い。	固体
フューム (fume)	固体が蒸発し、これが凝縮して粒子となったもので、金属の加熱溶融、溶接、溶断、スパークなどの場合に生じる。このような過程では、一般に物理的作用に化学的变化が加わり、空気中では多くの場合酸化物となっており、球状か結晶状である。粒径は小さく1μm以下のものが多い。	固体
煙 (smoke)	燃焼に際して生じるいわゆる「けむり」に類するもので、一般に有機物の不完全燃焼物、灰分、水分などを含有有色性の粒子である。一つ一つの粒子は小さく球形に近いが、これらがフロック上をなすものが多い。	液体 固体
ミスト (mist)	一般には微小な液滴粒子を総称していう。すなわち、液滴が蒸発凝縮したもの、液面の破碎や噴霧などによる分散したものが全て含まれ、形状は球形であるが、大きさは生成過程によってかなり幅がある。	液体

ミストとしてのエアロゾル粒子は、粒子が直接大気中に放出される一次粒子と、ガス状物質として放出されたものが、物理的影響又は化学的变化を受けて粒子となる二

次粒子があり、その生成過程は、破碎や噴霧などの機械的な力による分散過程と、蒸気の冷却や膨張あるいは化学反応に伴う凝集過程に大別される²⁾。

代表的なミスト化の生成メカニズム^{2)~4)}に対する液体状の有毒化学物質のエアロゾル化の検討結果を表3に示す。

エアロゾル化の生成メカニズムとしては、加圧状態からの噴霧及び高温加熱による蒸発後の凝集及び飛散が考えられるが、保管状態等を考慮するといずれの生成過程でも有毒化学物質が大気中に多量に放出されることはないことを確認した。

以上のことから、固体あるいは揮発性が乏しい液体については、有毒ガスとしての評価の対象外であるものと考えられる。

表3 エアロゾル（ミスト）に対する検討結果

エアロゾル粒子 ²⁾	生成過程 ^{2)~4)}	具体例	検討結果
一次粒子	①飛散	・貯蔵容器の破損に伴う周囲への飛散	貯蔵施設の下部には堰等が設置されており、流出時にも堰等内にとどめることが可能である。
	②噴霧（加圧状態）	・加圧状態で保管されている物質の噴出	液体が加圧状態で噴霧された場合には、一部は微粒子となりエアロゾルが発生するが、液体の微粒子化には最小でも0.2MPa程度の圧力(差圧)が必要とされている ⁵⁾ 。女川原子力発電所においては、加圧状態で保管されている貯蔵施設はなく、エアロゾルが大気中に多量に放出されるおそれがあるものはない。
	③飛沫同伴	・激しい攪拌に伴う発生気泡の破裂	攪拌された状態で保管されている有毒化学物質はないことから、有毒ガスが大気中に多量に放出されるおそれがない。
二次粒子 (ガス状物質からの生成)	①化学的生成	・大気中の硫黄酸化物の硫酸化	大気中のガスからエアロゾルが生成するメカニズムであり、揮発性が乏しい液体のエアロゾル化のメカニズムには該当しない。
	②大気中のガスの凝集	・断熱膨張等の冷却作用による蒸気の生成、凝集	
	③高温加熱による蒸発後の凝集	・加熱(化学反応による発熱を含む)による蒸気の生成、凝集	高温加熱状態で保管されている有毒化学物質はなく、また、化学反応により多量の蒸気が発生させるような保管状態にある揮発性が乏しい液体の有毒化学物質はないため、有毒ガスが大気中に多量に放出されるおそれがない。仮に加熱された場合を考慮すると、加熱により蒸発した化学物質が冷却され、再凝集することでエアロゾルが発生することから、一般的には沸点以上の加熱があった場合に、エアロゾルが発生する可能性がある。したがって、沸点が高い有毒化学物質(100℃以上)については、その温度まで周囲の気温が上昇することは考えられず、仮に気温が上昇したとしても、溶媒である水が先に蒸発し、その気化熱(蒸発潜熱)により液温の上昇は抑制されることから、加熱を原因としてエアロゾルが大気中に多量に放出されるおそれはない。また、沸点が低いものは、全量気体としてスクリーニング評価することとしている。

<参考文献>

- 1) 「エアロゾル学の基礎」(日本エアロゾル学会 編)
- 2) 大気圏エアロゾルの化学組成と発生機構、発生源(笠原(1996))
- 3) テスト用エアロゾルの発生(金岡(1982))
- 4) 大気中SO_x及びNO_xの有害性の本質(北川(1977))
- 5) 液体微粒化の基礎
(http://www.ilass-japan.gr.jp/activity/other/12th_suzuki.pdf) (鈴木)

有毒ガス防護に係る影響評価における高圧ガス容器に貯蔵された 液化石油ガス(プロパンガス)の取り扱いについて

1. プロパンガスの取り扱いの考え方

ガイドにおける有毒ガス防護に係る妥当性確認においては、『ガス発生源の調査(3. 評価に当たって行う事項)』の後、『評価対象物質の評価を行い、対象発生源を特定(4. 対象発生源特定のためのスクリーニング評価)』したうえで、『防護措置等を考慮した放出量、拡散の評価(5. 有毒ガス影響評価)』を行う。

スクリーニング評価に先立ち実施する固定源及び可動源の調査のうち、敷地内固定源については「敷地内に保管されている全ての有毒化学物質」が調査対象とされているが、確実に調査、影響評価及び防護措置の策定ができるように、高圧ガス容器に貯蔵された液化石油ガスの取り扱いについて考え方を整理した。

整理に当たっては、ガイドの「3. 評価に当たって行う事項」の解説-4(調査対象外とする場合)を考慮した。

【ガイド記載】

(解説-4) 調査対象外とする場合

貯蔵容器が損傷し、容器に貯蔵されている有毒化学物質の全量が流出しても、有毒ガスが大気中に多量に放出されるおそれがないと説明できる場合。(例えば、使用場所が限定されていて貯蔵量及び使用量が少ない試薬等)

高圧ガス容器は、JIS B 8241に基づき製造され、高圧ガス保安法によって、耐圧試験、気密試験等を行い、合格したものだけが使用される。また、高圧ガス容器は、高圧ガス保安法により、転落・転倒防止措置を講じることが定められており、適切に固縛等対策が施されている。このため、高圧ガス容器からのプロパン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る。

また、高圧ガス容器内の圧力が高まる事象が発生したとしても、安全弁からプロパンが放出されることになり、多量に放出されるような気体の噴出に至ることはない。

プロパンは常温・常圧で気体であり、空気よりも重たい物質であることから、一般的に屋外に保管されている高圧ガス容器から漏えいしたとしても、気化して低所に拡散して希釈されることになる。

さらに、プロパンの人体影響は窒息影響が生じる程の高濃度で発生することから、少量漏えいの場合では人体影響は発生しないものと考えられる。

なお、プロパンが短時間で多量に放出される場合は、高圧ガス容器が外からの衝撃により破損する事象が考えられるが、そのような場合は衝撃の際に火花が生じ、プロパン等は引火して爆発すると考えられ、火災・爆発による原子炉制御室等の影響評価は、ガイドの適用範囲外である。

以上より、高圧ガス容器に貯蔵されているプロパンが漏えいしたとしても、多量に漏えいすることは考えられず、配管等からの少量漏えいとなり、速やかに拡散、希釈さ

れるため、運転・対処要員の対処能力が著しく損なわれる可能性は限りなく低いことから、高圧ガス容器に貯蔵されたプロパンは調査対象外として取り扱うことが適切であると考えられる。

2. 事故事例

(1) 事故統計に基づく情報

○ 事故の内容

LPガスによる事故情報を、経済産業省のLPガスの安全のページ¹⁾に基づき、平成26年～令和2年の7年間のLPガスに係る事故概要を整理したものが表1である。

プロパンに関する事故は年間に100件以上発生しており、中毒等の事故も10件程度が発生しているが、中毒等の全ては一酸化炭素中毒又は酸素欠乏によるもので、プロパン自体での中毒事故は記録がない。

表1 液化石油ガスに係る過去の事故事例数

年	H26	H27	H28	H29	H30	R01	R02
事故合計	187	182	140	195	212	202	192
爆発・火災等 (※1)	184	176	131	192	205	202	192
中毒等	3	6	9	3 (※2)	7	0	0
中毒等 内訳							
CO中毒	3	4	9	3 (※2)	6	0	0
酸素欠乏	0	2	0	0	1	0	0

※1：漏えい、漏えい爆発等、漏えい火災。

※2：CO中毒の疑いを中毒事案に含むと、爆発・火災等は191件、中毒等（CO中毒）は4件になる。

(2) 地震によるLPガス事故事例

地震等の災害時にはLPガスボンベの流出等の事故が想定される。以下では災害時の事故事例を集約した。

東日本大震災等の災害時においても、配管破損の事例はあるものの、ボンベの破損事例は認められていない。

○ 東日本大震災時の事故事例

東日本大震災時のLPガスに係る事故事例を、経済産業省の総合資源エネルギー調査会の報告書²⁾から抽出した。

本資料に記載のLPガス漏えい爆発・火災事故は以下の1例のみであった。

日時：平成23年3月11日（地震発生日）16時02分

場所：共同住宅

事故内容：LPガス漏えいによる爆発・火災

被害状況：事故発生室の隣室の住人1名が焼死

設備状況：50Kg容器8本を専用収納庫に設置

転倒防止チェーンを設置していたため容器転倒なし

事故原因：当該住宅のうちの1室のガスメーター付近の供給管が破断、ガスが漏えいし、何らかの火花で引火、爆発に至ったものと推定されている

点検・調査：震災直後は実施されていない

また、以上の事故事例の他、LPガスボンベの流出等に関して以下の記載がある。

- ▶ マイコンメーターの安全装置が震災時にガスの供給を遮断し、有効に機能した。
- ▶ 電柱に2本の容器が高圧ホースだけでぶら下がっていたものもあり、高圧ホースの強度は相当であることが示された。
- ▶ ガス放出防止型高圧ホースについては、地域により設置状況にばらつきがあったが、設置していた家庭において、地震による被害の抑制に有効に機能したケースがあった。
- ▶ ある系列のLPガス販売事業者には、浸水する程度の津波であれば、鎖の二重掛けをしたボンベは流失しなかったとの情報が多数寄せられた。
- ▶ 今回の震災においては、LPガス容器の流出が多数発生し、回収されたLPガス容器に中身のないものが多数認められていることから、流出したLPガス容器からLPガスが大気に放出されたものと推定される。
- ▶ 一部の報道等において、流出LPガス容器から放出されたガスが火災の要因の一つとなった可能性についての指摘も見受けられている一方で、ガス放出防止型高圧ホースが有効に機能し、地震による被害が抑制された例や、鎖の二重がけをしたLPガス容器は流出しなかったといった例が報告されている他、今回の震災を踏まえて容器転倒防止策の徹底やガス放出防止器の設置等に取り組む事業者も出てきている。

なお、上記の報告書においては、以下のような情報を踏まえ、マイコンメーターの設置やガス放出防止機器（※）の設置促進が適切としている。

※：ガス放出防止機器とは、大規模地震、豪雪等で容器転倒が起こった場合に生じる大量のガス漏れを防止し、被害の拡大を防ぐ器具のこと。高圧ホースと一体となった高圧ホース型と独立した機器の形の放出防止器型とがある。



東日本大震災でのLPガスボンベの被災状況の一例³⁾



東日本大震災後の津波で流された容器の一例³⁾

○ その他の災害時の事故事例

東日本大震災以外の災害時の事故事例については、以下のような情報がある。

- ▶ 熊本地震では、地震による崩落で容器が転倒し、供給設備が破損した事例はあるが、ガス漏えいによる二次被害（火災・爆発等事故）は無し。（熊本内LPガス消費世帯数約50万戸）



熊本地震でのLPガスボンベの被災状況の一例³⁾

- ▶ 東日本豪雨（常総市の水害）では、水の勢いで容器が引っ張られ、配管が破損した事例がある。（事故情報は記載なし）



東日本豪雨(常総市の水害)でのLPガスボンベの被災状況の一例³⁾

<参考文献>

- 1) 経済産業省HP LPガスの安全
- 2) 東日本大震災を踏まえた今後の液化石油ガス保安の在り方について～真に災害に強いLPガスの確立に向けて～平成24年3月 総合資源エネルギー調査会 高圧ガス及び火薬類保安分科会 液化石油ガス部会
- 3) 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

3. 発電所におけるプロパンの保管状況

発電所にて保管されているプロパンは高圧ガス容器であるバルク貯槽に保管されている。プロパンのバルク貯槽は建屋内に保管されており、また、高圧ガス保安法の規則に則り固定されているため、何らかの外力がかかったとしても、バルク貯槽自体が損傷することは考えにくい。発電所におけるプロパンの保管状況を以下に示す。



【焼却炉付属棟】 プロパンガスバルク貯槽

4. 漏えい率評価

(1) 評価方法

前述のとおり、高圧ガス容器単体としては健全性が保たれることから、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漏えいを想定した。漏えい率は、下記の「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よって高圧ガス容器であるプロパンのバルク貯槽を例に評価した。

<気体放出> (流速が音速未満 ($p_0/p > \gamma_c$) の場合)

$$q_G = \text{cap} \sqrt{\frac{2M}{ZRT} \frac{\gamma}{\gamma-1} \left\{ \left(\frac{p_0}{p} \right)^{\frac{2}{\gamma}} - \left(\frac{p_0}{p} \right)^{\frac{\gamma+1}{\gamma}} \right\}} \quad \text{ただし, } \gamma_c = \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$$

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

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

- 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)

(2) 評価結果

バルク貯槽からの放出率は約 3.4×10^{-3} kg/sであり、評価対象の敷地外固定源（アンモニア）と比較して、1/122以下となった。更に、防護判断基準値が78倍以上高いことを考慮すると、影響は小さいと説明できる。

	バルク貯槽	(参考) アンモニア (敷地外固定源)
放出率 (kg/s)	3.4×10^{-3} ※	4.17×10^{-1}
防護判断基準値 (ppm)	23,500	300

※：流速は音速未満 ($p_0/p > \gamma_c$)

(評価条件)

パラメータ	設定値	備考
流出孔面積 (m ²)	2.2×10^{-5}	接続配管径 (最大のもの) : 52.7mm 配管断面積の1/100 (少量漏えい)
配管内温度 (°C)	25	標準環境温度
配管内圧力 (MPa)	0.13	設計圧力+大気圧
気体のモル重量 (kg/mol)	0.044096	機械工学便覧
気体の比熱比	1.143	機械工学便覧

(3) 液体放出の影響

ポンベは通常縦置きにて設置され、配管に接続されるため、充填されたガスは気体として供給されるが、焼却炉建屋付属棟のバルク貯槽は横から配管に接続される設計のため、液体で放出した場合の漏えい影響を検討した。

なお、女川原子力発電所には、横置きで設置されるポンベはない。

○配管長さ

焼却炉建屋付属棟において、バルク貯槽から気化器までの配管長さは約9.3mであり、配管内は液体、気体の混合物である。

気化器通過後は、配管内は気体となり、焼却炉へ供給されることとなるが、その配管長さは約79.9mある。

気体プロパンの配管長さは、液体、気体の混合物の配管長さに比べて、約9倍あることから、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。

また、バルク貯槽には、ガス放出防止器が設置されており、多量流出は想定されない。

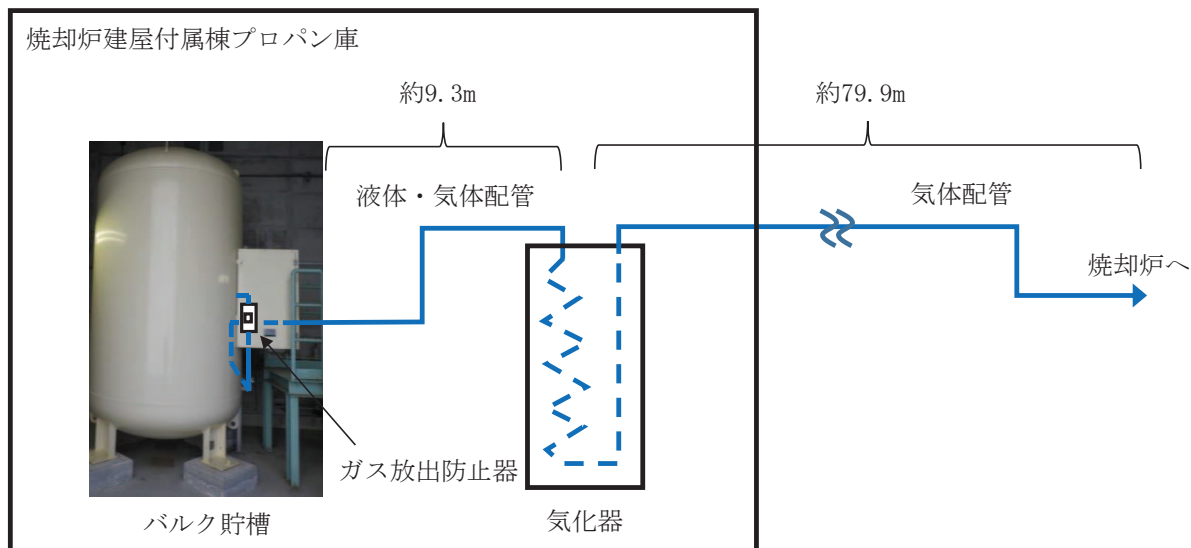


図 廃棄物焼却設備のプロパンガス概略系統図

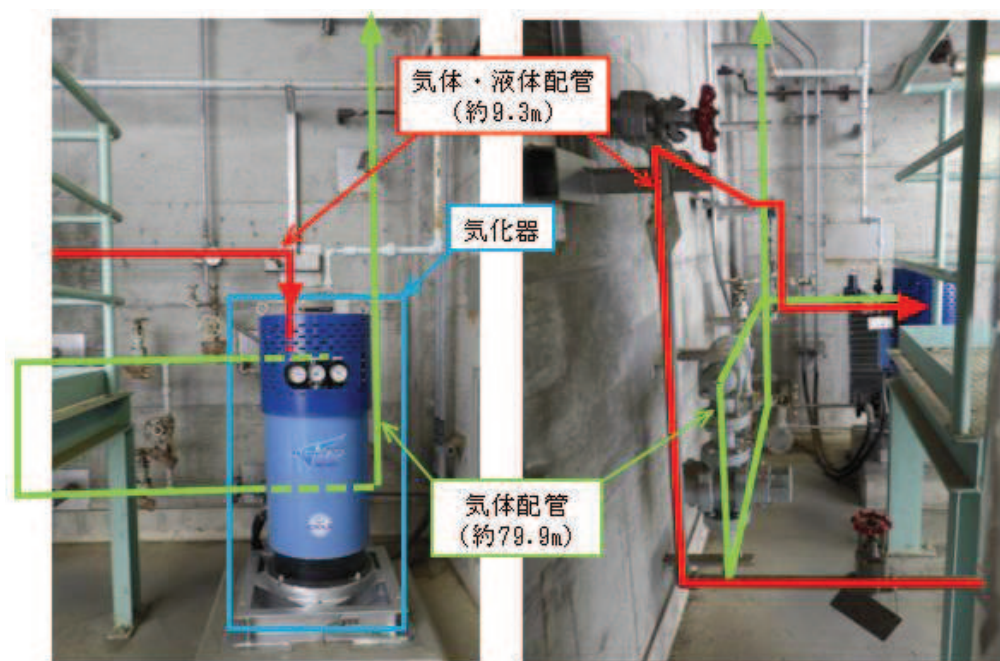


図 廃棄物焼却設備のプロパンガス気化器周りの現場状況

○漏えい時の放出率

漏えい率は、「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より評価した。

配管から気体として漏えいするとした場合のプロパンの放出率は、最大約 3.4×10^{-3} kg/sであり、評価対象の敷地外固定源（アンモニア）と比較して1/122以下となる。

なお、配管から液体として漏えいするとした場合でも、プロパンの放出率は、最大約 1.5×10^{-1} kg/sであり、評価対象の敷地外固定源（アンモニア）の1/2以下となる。また、防護判断基準値が78倍以上高いことを考慮すると、影響は小さい。

	バルク貯槽		(参考) アンモニア (敷地外固定源)
	気体放出	液体放出	
放出率(kg/s)	3.4×10^{-3} **	1.5×10^{-1}	4.17×10^{-1}
防護判断基準値(ppm)	23,500		300

※：流速は音速未満 ($p_0/p > \gamma_c$)

<気体放出> (流速が音速未満 ($p_0/p > \gamma_c$) の場合)

(1) の評価式に同じ。

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

(1) の評価式に同じ。

(評価条件)

パラメータ	設定値	備考
流出孔面積(m ²)	2.2×10^{-5}	配管断面積の1/100(少量漏えい)
配管内温度(°C)	25	標準環境温度
配管内圧力(MPa)	0.13	設計圧力+大気圧
気体のモル重量(kg/mol)	0.044096	機械工学便覧
気体の比熱比	1.143	機械工学便覧

<液体放出>

$$q_L = c_a a \sqrt{2gh + \frac{2(p - p_0)}{\rho_L}}$$

$$q_G = q_L f \rho_L$$

- q_L : 液体流出率 (m³/s)
- c_a : 流出係数 (0.5)
- a : 流出孔面積 (m²)
- p : 容器内圧力 (Pa)
- p_0 : 大気圧力 (Pa)
- ρ_L : 液密度 (kg/m³)
- g : 重力加速度 (=9.8) (m/s²)
- h : 液位 (m)
- q_G : 有毒ガスの放出率 (m³/s)
- f : フラッシュ率

(評価条件)

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	配管断面積の1/100 (少量漏えい)
配管内圧力 (MPa)	1.9	設計圧力 + 大気圧
液密度 (kg/m ³)	492.8	日本LPガス協会HP
液位 (m)	0	液面と流出孔の高さの差
フラッシュ率	1	全量気化する※

※：フラッシュ率は、以下の式で評価できる。

$$f = \frac{H - H_b}{h_b} = C_p \frac{T - T_b}{h_b}$$

- f : フラッシュ率
- T : 液体の貯蔵温度 (K)
- H : 液体の貯蔵温度におけるエンタルピー (J/kg)
- T_b : 液体の大気圧での沸点 (K)
- H_b : 液体の沸点におけるエンタルピー (J/kg)

C_p : 液体の比熱 ($T_b \sim T$ の平均) (J/kg·K)

h_b : 沸点での蒸発潜熱 (J/kg)

フラッシュ率は、ガスの種類と流出前の温度によって決まり、プロパンのバルク貯槽から流出した場合のフラッシュ率は0.38となるが、少量流出のため全量気化するものとした。

圧縮ガスの取り扱いについて

1. 圧縮ガスの取り扱いの考え方

ガイドにおける有毒ガス防護に係る妥当性確認においては、『ガス発生源の調査（3. 評価に当たって行う事項）』の後、『評価対象物質の評価を行い、対象発生源を特定（4. 対象発生源特定のためのスクリーニング評価）』したうえで、『防護措置等を考慮した放出量、拡散の評価（5. 有毒ガス影響評価）』を行う。

スクリーニング評価に先立ち実施する固定源及び可動源の調査のうち、敷地内固定源については「敷地内に保管されている全ての有毒化学物質」が調査対象とされているが、確実に調査、影響評価及び防護措置の策定ができるように、スクリーニング評価において高圧ガス容器（以下「ボンベ」という。）に貯蔵された二酸化炭素等の圧縮ガスの取り扱いについて考え方を整理した。

整理に当たっては、ガイドの「3. 評価に当たって行う事項」の解説-4（調査対象外とする場合）を考慮した。

【ガイド記載】**（解説-4）調査対象外とする場合**

貯蔵容器が損傷し、容器に貯蔵されている有毒化学物質の全量が流出しても、有毒ガスが大気中に多量に放出されるおそれがないと説明できる場合。（例えば、使用場所が限定されていて貯蔵量及び使用量が少ない試薬等）

原子力発電所内での圧縮ガスは、屋外又は中央制御室以外の建屋内に保管されている。

圧縮ガスは、高圧ガス保安法で規定されたボンベで保管されており、溶接容器では溶接部試験、容器の破裂試験や耐圧試験等が規定されており、十分な強度を有しているもののみが認可されている。したがって、高圧ガスの漏えい事故は容器やバルブからではなく、主に配管からの漏えいであるものと考えられる。

事故事例をみても、圧縮ガスの事故の多くが製造時に生じており、消費段階では事故の発生は少なく、主に配管や接続機器で生じたものである。また、容器本体からの漏えい事故の原因は、火災や容器管理不良が原因であり、東日本大震災による事故情報でも容器本体の事故は認められていない。

上記の高圧容器で保管している圧縮ガスの漏えい箇所としては、事故事例からみても容器本体やバルブからの漏えいは少なく、配管からの漏えいとするのが現実的な想定であり、この場合のガスの流出率は少量であり、建屋外に拡散した場合に周囲の空気で希釈されるため、高濃度になることはない。

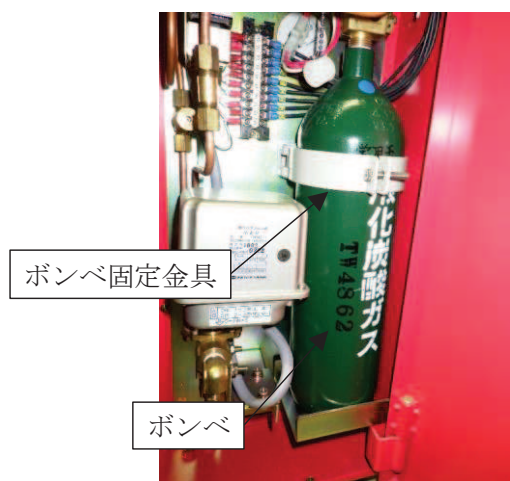
一方、これらの圧縮ガスは、IDLH値が高く（例えば二酸化炭素では40,000ppm(4%)）、窒息影響に匹敵する高濃度での影響であり、閉鎖空間での漏えいといった状況以外では影響が生じる濃度に至ることはないものと考えられる。

以上のことから、圧縮ガスについては有毒ガスとしての評価の対象外であるものと考えられる。

2. 発電所におけるガスポンベの保管状況

発電所では、耐震重要度に対応した架台に設置、又は、高圧ガス保安法の規則に則り固縛がなされ、何らかの外力がかかったとしても、ポンベ自体が倒壊することは考えにくい。

発電所におけるガスポンベの保管状況を以下に示す。



【2号炉制御建屋】
液化二酸化炭素ポンベ



【3号炉原子炉建屋】
二酸化炭素ポンベ



【ガスボンベ庫 (化学分析用)】
アセチレンガスポンベ



【2号炉原子炉建屋】
酸素ガスポンベ

3. 漏えい率評価

前述のとおり，ボンベ単体としては健全性が保たれることから，ボンベからの漏えい形態としては接続配管からの少量漏えいが想定される。漏えい率は別紙4-3のプロパンのバルク貯槽からの漏えい率評価と同様であり，防護判断基準値を考慮するとその影響は小さい。

化学物質名	防護判断基準値 (ppm)
ハロン 1301	40,000
二酸化炭素	40,000
アセチレン	100,000
六フッ化硫黄	220,000

有毒ガス防護に係る影響評価における建屋内有毒化学物質の取り扱いについて

1. 建屋内有毒化学物質の取り扱いの考え方

スクリーニング評価に先立ち実施する固定源及び可動源の調査のうち、敷地内固定源については「敷地内に保管されている全ての有毒化学物質」が調査対象とされているが、「敷地内」には建屋外だけでなく、建屋内にも有毒化学物質は存在すること等も踏まえ、確実に調査、影響評価及び防護措置の策定ができるように、建屋内の化学物質の扱いについて考え方を整理した。

整理に当たっては、ガイドの「3. 評価に当たって行う事項」の解説-4（調査対象外とする場合）を考慮した。

【ガイド記載】**(解説-4) 調査対象外とする場合**

貯蔵容器が損傷し、容器に貯蔵されている有毒化学物質の全量が流出しても、有毒ガスが大気中に多量に放出されるおそれがないと説明できる場合。(例えば、使用場所が限定されていて貯蔵量及び使用量が少ない試薬等)

建屋内に貯蔵された有毒化学物質については、全量が流出しても、以下の理由から有毒ガスが建屋外（大気中）に多量に放出される可能性はないと考えられる。

- 分析試薬などとして使用する有毒化学物質について、薬品庫等で適切に保管管理されており、それら試薬は分析室で使用されるのみであり、分析室においては局所排気装置が設置されていること、また、保管量は、薬品タンク等と比較して少量であること等から、流出しても建屋外に多量に放出されることはない。
- 建屋内にある有毒化学物質を貯蔵しているタンクから流出した場合であっても、タンク周辺の堰にとどまる又はサンプルや中和槽に流出することになる。流出先で他の流出水等により希釈されるとともに、サンプルや中和槽内にとどまることになり、有毒ガスが建屋外に多量に放出されることはない。
- また、液体状態から揮発した有毒化学物質は、液体表面からの拡散により、連続的に揮発、拡散が継続することで周辺環境の濃度が上昇していくこととなる。しかし、建屋内は風量が小さく蒸発量が屋外に比べて小さいため、有毒ガスが建屋外に多量に放出されることはない。
- 密度の大きいガスの場合、重力によって下層に移動、滞留することから多量に大気中に放出されることはない。また、密度の小さいガスの場合、浮力によって上層に移動し、建屋外に放出される可能性もあるが、建屋内で希釈されることから多量の有毒ガスが短時間に建屋外に放出されることはない。

以上のことから、建屋内に貯蔵された有毒化学物質により、有毒ガスが建屋外（大気中）に多量に放出されることはなく、有毒ガス防護対象者の必要な操作等を阻害しな

いことから、建屋内に貯蔵された有毒化学物質についてはガイド解説-4を適用することで、調査対象外と整理することが適切と判断できる。

2. 建屋効果の確認

建屋内は風速が小さく蒸発量が建屋外に比べて小さいことを定量的に確認するため、建屋内の薬品タンク周りの風速を測定するとともに、建屋内温度による影響及び拡散効果を評価した。

2.1 建屋内風速

2.1.1 測定対象

女川原子力発電所において建屋内に薬品が保管される以下のエリアを風速測定の対象とした。

(1) 3号炉給排水処理建屋[硫酸]

2.1.2 測定方法

測定対象において、漏えいが想定される箇所では、風速計を用いて風速測定を実施した。建屋内風速の測定状況を図1に示す。測定は、複数点行い、平均値を算定した。



図1 建屋内風速の測定状況（3号炉給排水処理建屋）

2.1.3 測定結果

測定結果を表1に示す。建屋内の風速は0.14m/sであり、屋外風速約1.87m/sに対して、十分小さかった。

表1 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
硫酸希釈槽	3号炉 給排水処理建屋	0.14	1.87

※1：測定器の検出下限値は0.01m/sである。測定は複数点行い、風速の算定に当たっては平均値を算出。

※2：屋外風速は、地上風を代表する観測点（標高70m）における観測風速の年間平均を示す。

2.2 建屋内温度

2.2.1 調査対象

薬品タンクエリアは、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体廃棄物貯蔵所のデータを調査した。

2.2.2 調査方法

固体廃棄物貯蔵所は、保安規定に基づき定期的に巡視点検を実施している。その際、建物内に設置した温度計より温度データを採取し、記録しており、これらデータより蒸発率への影響が大きい夏場（7、8月）の温度データを調査した。建屋内温度の測定状況を図2に示す。



図2 建屋内温度の測定状況（固体廃棄物貯蔵所）

2.2.3 調査結果

建屋内温度の測定結果を表2に示す。夏場における建屋内の温度は、外気温と比較して+約2.0℃であることを確認した。

表2 夏場（7～8月）における建屋内温度測定結果（令和3年度）

	固体廃棄物貯蔵所 ^{※1}	(参考) 外気温 ^{※2}
温度	26.8℃	24.8℃

※1：巡視点検における採取記録。夏場における平均温度。

※2：敷地内露場における観測温度。巡視点検と同日（日中）における外気の平均気温。

2.3 評価

風速測定結果を用いて、蒸発率を算定するとともに、建屋内温度の影響を評価した。

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

・蒸発率E

$$E = A \times K_M \times \left(\frac{M_W \times P_v}{R \times T} \right) \quad (\text{kg/s}) \quad \dots (4-5-1)$$

・物質移動係数 K_M

$$K_M = 0.0048 \times U^{\frac{7}{9}} \times Z^{-\frac{1}{9}} \times S_C^{-\frac{2}{3}} \quad (\text{m/s}) \quad \dots (4-5-2)$$

$$S_C = \frac{\nu}{D_M} \quad \dots (4-5-3)$$

$$D_M = D_{H_2O} \times \sqrt{\frac{M_{W_{H_2O}}}{M_{W_m}}} \quad (\text{m}^2/\text{s}) \quad \dots (4-5-4)$$

$$D_{H_2O} = D_O \times \left(\frac{T}{273.15} \right)^{1.75} \quad (\text{m}^2/\text{s}) \quad \dots (4-5-5)$$

・蒸発率補正 E_C

$$E_C = - \left(\frac{P_a}{P_v} \right) \ln \left(1 - \frac{P_v}{P_a} \right) \times E \quad (\text{kg/s}) \quad \dots (4-5-6)$$

E : 蒸発率 (kg/s)

E_C : 補正蒸発率 (kg/s)

A : 堰面積 (m²)

K_M : 化学物質の物質移動係数 (m/s)

M_W : 化学物質の分子量 (kg/kmol)

P_a : 大気圧 (Pa)

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)

$M_{W_{H_2O}}$: 水の分子量 (kg/kmol)

M_{W_m} : 化学物質の分子量 (kg/kmol)

D_O : 水の拡散係数 (=2.2×10⁻⁵m²/s)

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0.14m/s (測定結果の平均値) の場合^{*}、 $U^{\frac{7}{9}}=0.22$ 、屋外風速1.87m/s (年間平均) では、 $U^{\frac{7}{9}}=1.63$ となる。

したがって、建屋内の蒸発率は、屋外に対して、1/7以下となる。

また、温度は、4-5-1式と4-5-5式における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26.8℃(夏場建屋内温度)の場合、 $T_{\text{e}}^{\frac{1}{6}} \times e^{0.056(T-273.15)} = 11.6$ 、外気温24.8℃(夏場外気温)では、 $T_{\text{e}}^{\frac{1}{6}} \times e^{0.056(T-273.15)} = 10.4$ 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1.12倍であり、蒸発率に及ぼす影響は、風速と比較し小さい。

さらに、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。

※弱風時の蒸発率の考え方

風速が0m/sの場合でも、液面から蒸発したガスは濃度勾配を駆動力として分子拡散によって移動するが、これは風による移流を考慮した前述の評価式では模擬できない。

ただし、分子拡散のみによる移動量は極めて小さく、弱風時(0.14m/s)では風による移流が分子拡散より支配的であることから、分子拡散のみによる移動は、弱風時の移流に大きな影響を与えることはないと考えられる。

塩酸(36wt%)を例に比較すると、以下のとおり無風時の分子拡散のみによる移動量を考慮した蒸発率は、弱風時の風による移流を考慮した蒸発率の約1/7であり、弱風時では風による移流が分子拡散より支配的である。

①無風時(0m/s)の蒸発現象をフィックの法則にてモデル化し、4-5-7式及び4-5-8式に示すとおり単位面積当たりの蒸発率を評価した。

その結果、1気圧、20℃、塩酸(36wt%)の場合、単位面積当たりの蒸発率は約 $3.7 \times 10^{-5} \text{kg/s} \cdot \text{m}^2$ となる。

②弱風時(0.14m/s)の風による移流を考慮すると、同じく1気圧、20℃、塩酸(36wt%)の場合、単位面積当たりの蒸発率は約 $2.6 \times 10^{-4} \text{kg/s} \cdot \text{m}^2$ となる。

$$F = -D_M \frac{\partial c}{\partial h} \quad \dots (4-5-7)$$

F : 単位面積当たりの蒸発率 ($\text{kg/s} \cdot \text{m}^2$)

D_M : 化学物質の分子拡散係数 (m^2/s)

$\frac{\partial c}{\partial h}$: 質量濃度勾配 ($(\text{kg}/\text{m}^3) / \text{m}$)

$$C = \frac{P_v M_W}{RT} \quad \dots (4-5-8)$$

C : 質量濃度 (kg/m^3)

P_v : 化学物質の分圧 (Pa)

M_W : 化学物質の分子量 (kg/kmol)

R : ガス定数 ($\text{J}/\text{kmol} \cdot \text{K}$)

T : 温度 (K)

2.4 拡散効果

薬品タンク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は、数が限定される。

そのため、図3の特定フローに従い、建屋内における薬品タンクの保管状況に応じ、漏えい時の影響を評価する。

女川原子力発電所には、図3に示す建屋内タンク特定フローで調査対象から除外される建屋内タンクはないことを確認している。

なお、建屋内のタンク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、評価地点における濃度は低いものになる。

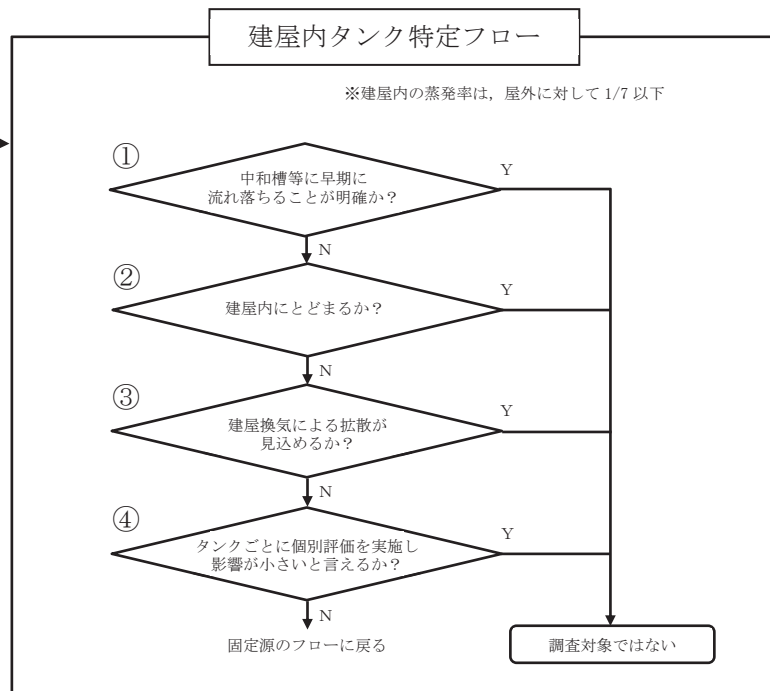
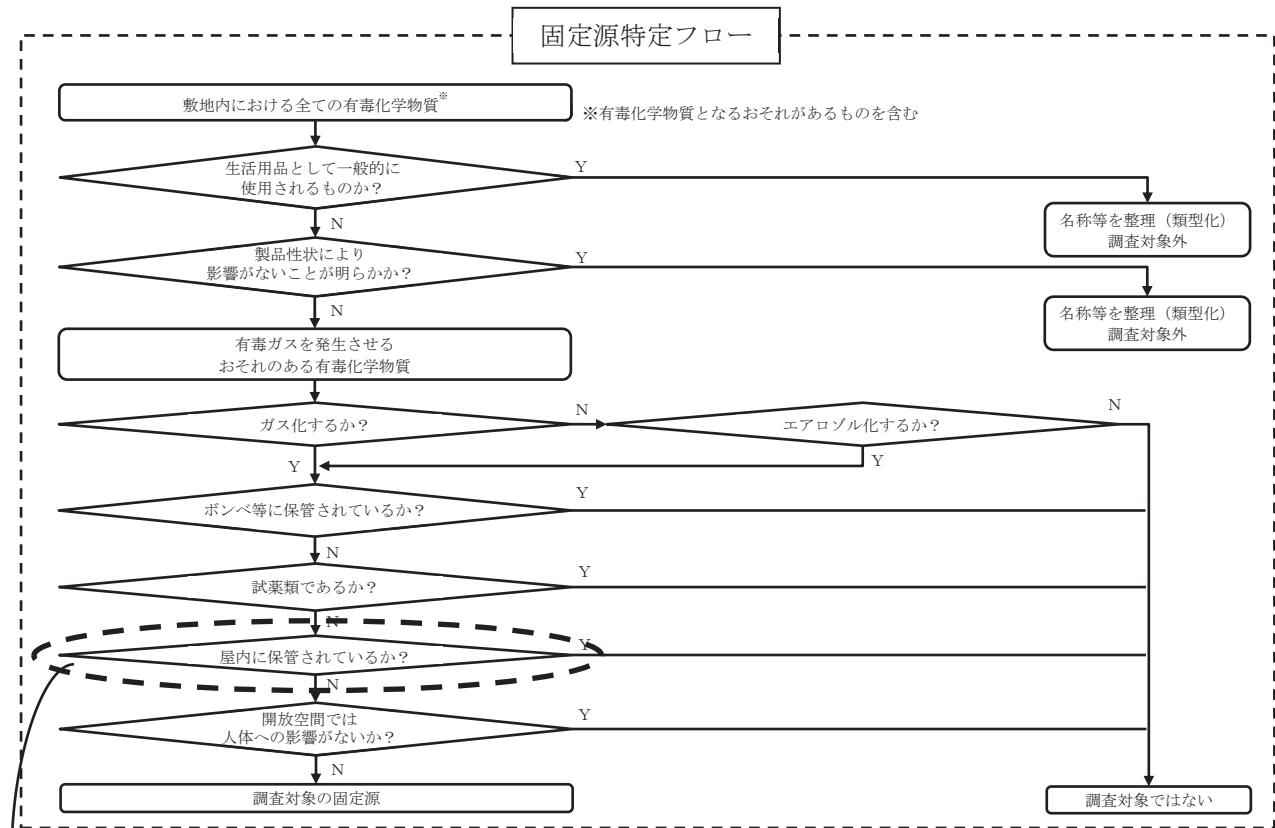


図3 建屋内タンク特定フロー

③Yの場合、薬品漏えい時、建屋内濃度が定常状態となった場合の排気濃度は、ザイデル式に従い、以下の式で評価できる。

$$C = \frac{E}{Q} \quad \dots (4-5-9)$$

$$C_{ppm} = C \times \frac{22.4}{M} \times \frac{273+T}{273} \times \frac{1013}{P} \times 10^6 \quad \dots (4-5-10)$$

C : 排気濃度 (kg/m³)

C_{ppm} : 排気濃度 (ppm)

E : 蒸発率 (kg/s)

Q : 換気量 (m³/s)

M : 分子量 (g/mol)

T : 温度 (°C)

P : 気圧 (hPa)

排気濃度は、4-5-9式におけるC項に該当し、換気量に反比例する。

密閉空間で人体影響を考慮すべきものの取り扱いについて

1. 密閉空間で人体影響を考慮すべきものの取り扱いの考え方

ガイドにおける有毒ガス防護に係る妥当性確認においては、『ガス発生源の調査（3. 評価に当たって行う事項）』の後、『評価対象物質の評価を行い、対象発生源を特定（4. 対象発生源特定のためのスクリーニング評価）』したうえで、『防護措置等を考慮した放出量、拡散の評価（5. 有毒ガス影響評価）』を行う。

スクリーニング評価に先立ち実施する固定源及び可動源の調査のうち、敷地内固定源については「敷地内に保管されている全ての有毒化学物質」が調査対象とされているが、確実に調査、影響評価及び防護措置の策定ができるように、密閉空間で人体影響を考慮すべきものの取り扱いについて考え方を整理した。

整理に当たっては、ガイドの「3. 評価に当たって行う事項」の解説-4（調査対象外とする場合）を考慮した。

【ガイド記載】**（解説-4）調査対象外とする場合**

貯蔵容器が損傷し、容器に貯蔵されている有毒化学物質の全量が流出しても、有毒ガスが大気中に多量に放出されるおそれがないと説明できる場合。
（例えば、使用場所が限定されていて貯蔵量及び使用量が少ない試薬等）

六フッ化硫黄は、防護判断基準値が高く（22万ppm：空気中の22%），人体に影響を与えるのは、密閉空間で放出される場合に限定される。六フッ化硫黄が漏えいしたとしても、評価地点である中央制御室等の中に保管されておらず、密閉空間ではないことから、運転員等に影響を与えることはないと考えられる。

プロパン、ブタン、二酸化炭素についても同様に、運転員等に影響を与えることはないと考えられる。

以上のことから、密閉空間で人体影響を考慮すべきものについては、有毒ガスとしての評価の対象外であるものと考えられる。

2. 六フッ化硫黄の防護判断基準値

産業中毒便覧においては、「ラットを80%六フッ化硫黄ガス（=800,000ppm）と、20%酸素の混合ガスに16～24時間曝露したが、何ら特異的な生体影響はない。六フッ化硫黄ガスは薬理学的に不活性ガスと考えられる。」と記載されており、六フッ化硫黄に毒性はない。

また、六フッ化硫黄は、有毒化学物質の設定において主たる情報源である国際化学安全性カードにIDLH値がなく急性毒性影響は示されていない物質である。

しかしながら、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においては、毒性影響はないとしているものの、「当該物質には麻酔作用があることを示す記述があり、極めて高濃度での弱い麻酔作用以外は不活性のガスであ

るとの記述もあり、区分3（麻酔作用）とした」と記載されている。

また、OECD SIDs文書において、「20人の若年成人に79%のSF₆（21%のO₂）を約10分間曝露した結果、55%以上のSF₆に曝露した被験者は、鎮静作用、眠気および深みのある声質を認めた。4人の被験者はわずかに呼吸困難を感じた。最初の麻酔効果は22%SF₆で経験された。」と記載されていることから、六フッ化硫黄の防護判断基準値については、保守的に22%を採用した。

3. 漏えい時の影響確認

3.1 高密度ガスの拡散について

六フッ化硫黄は空気より分子量が大きい高密度ガス（六フッ化硫黄の密度は空気の約5倍）であるため、瞬時に大量に漏えいした場合、事象発生直後は鉛直方向には拡散し難く、水平方向に拡散する中で地表面付近に滞留するが、時間の経過とともに徐々に拡散、希釈される。（図1参照）

(a) 漏えい直後の状態

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、水平方向に広がっていく。

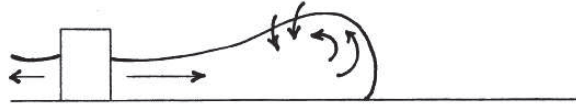
(b) 漏えいから暫く時間が経過した状態

水平方向（地表付近）に非常に安定な成層を形成するため、周囲の空気の巻込みの影響は小さく、地表面からの熱を受けやすくなる。

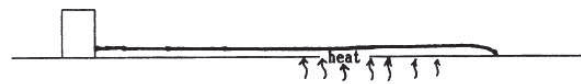
(c) 漏えいから十分時間が経過した状態

漏えいガスへの周囲からの入熱、風等の影響で鉛直方向にも拡散が起こり、次第に高密度ガスとしての性質を失い、拡散、希釈される。

- (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1 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））)

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。

3.2 六フッ化硫黄漏えい時の影響評価

女川原子力発電所1，2号炉開閉所に設置されている機器（母線，遮断器）に内包されている六フッ化硫黄（約 6468kg）の全量漏えいを想定した場合，気体の状態方程式に基づき体積換算すると，約 1083m³となる。また，女川原子力発電所1，2号炉開閉所中心から最も近い重要操作地点までの距離は約 172mである。

六フッ化硫黄の漏えい時の挙動を考慮して，半径 172m の円柱状に広がり，前頁(b)のように成層を形成した場合を考えると，この六フッ化硫黄が対処要員の口元相当高さ（1.5m）まで広がった場合の濃度は約 0.78%となり，防護判断基準値の 22%を下回る。また，濃度 100%で希釈されることなく成層を形成した場合，その高さは約 1.2cmとなり，対処要員の活動に支障はない。

なお，実際には漏えいガスが評価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。

○評価式

- ・気体の状態方程式

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

- ・機器設置中心から最も近い重要操作地点における対処要員口元相当までのエリアの体積 V' の算出

$$V' = \pi r^2 h$$

- ・機器設置中心から最も近い重要操作地点における六フッ化硫黄の濃度 $C(\%)$ の算出

$$C = \frac{V}{V'} \times 100$$

(評価条件)

p : 圧力 (=1atm)

V : 六フッ化硫黄の体積

w : 六フッ化硫黄の質量 (=6468kg)

M : 六フッ化硫黄のモル質量 (=146g/mol)

R : モル気体定数 (=0.082L・atm/(K・mol))

T : 温度 (=25°C)

r : 六フッ化硫黄を内包する機器設置エリア中心から最も近い重要操作地点までの距離 (=172m)

h : 対処要員の口元相当高さ (=1.5m)

C : 機器設置中心から最も近い重要操作地点における六フッ化硫黄の濃度 (%)

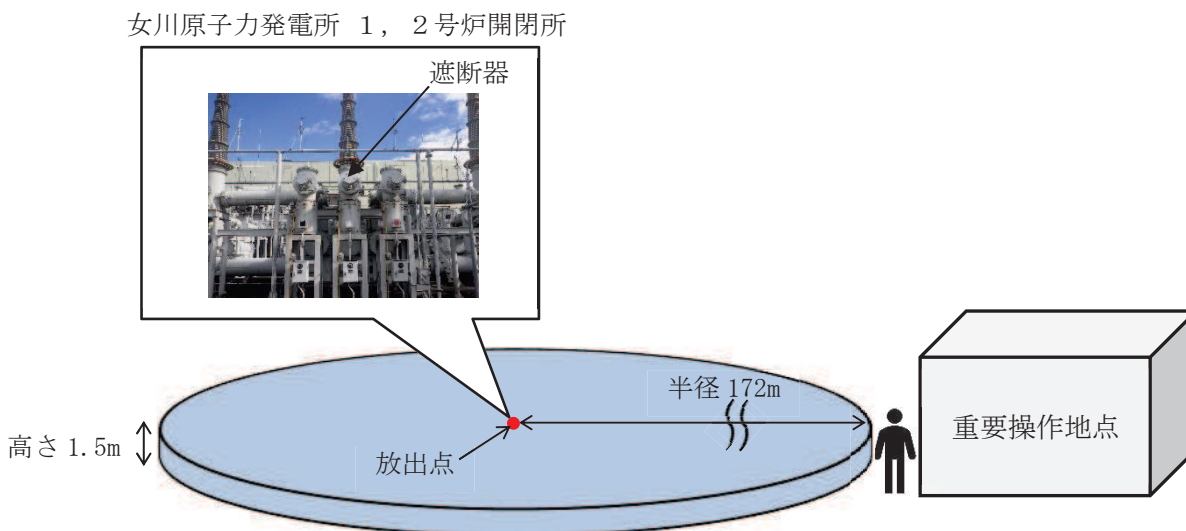


図2 六フッ化硫黄と評価地点の関係

3.3 重要操作地点での作業を踏まえた影響検討

「3.2 六フッ化硫黄漏えい時の影響評価」では1, 2号炉開閉所の中心から最も近い重要操作地点(電源車接続口)での対処要員の口元相当である高さ1.5mにおける濃度を約0.78%と評価しており, 防護判断基準値(22%)に対して1/28以下となり, 十分余裕がある。

また, 重要操作地点では, 大容量送水ポンプ(タイプI), 原子炉補機代替冷却水系熱交換器ユニット及び電源車の接続作業があり, 接続口への接続及びホース展張等の際に低姿勢での作業が必要となるが, 六フッ化硫黄が濃度100%で希釈されることなく成層を形成した場合の高さは約1.2cmであり十分低いため, 重要操作地点で作業を行う対処要員の対処能力は損なわれない。

表1 女川原子力発電所の敷地内固定源整理表（タンク類）（1/4）

令和3年3月末時点

有毒化学物質	保管場所	貯蔵施設	濃度	内容量		有毒ガス判断		調査対象整理				調査対象
				数値	単位	a	b	1	2	3	4	
硫酸	1号炉 制御建屋	硫酸希釈タンク	5%	250	L	×※2	×	—	—	—	—	—
	1号炉 制御建屋	濃硫酸計量タンク	98%	7	L	×※2	×	—	—	—	—	—
	1号炉 タービン建屋	復水脱塩装置 硫酸計量槽	98%	156	L	×※2	×	—	—	—	—	—
	1号炉 タービン建屋	復水脱塩装置 硫酸希釈槽	85%	1239	L	×※2	×	—	—	—	—	—
	1号炉 廃棄物処理建屋	中和硫酸タンク	98%	0.5	m ³	×※2	×	—	—	—	—	—
	1号炉 廃棄物処理建屋	中和硫酸 計量タンク	98%	0.003	m ³	×※2	×	—	—	—	—	—
	2号炉 原子炉建屋	中和硫酸タンク	98%	0.1	m ³	×※2	×	—	—	—	—	—
	2号炉 タービン建屋	硫酸希釈槽	20%	2.1	m ³	×※2	×	—	—	—	—	—
	3号炉 タービン建屋	硫酸希釈槽	20%	2.1	m ³	×※2	×	—	—	—	—	—
	3号炉 サービス建屋	中和薬液注入装置薬 注ポット(A)(B)(C)	98%	0.006	m ³	×※2	×	—	—	—	—	—
	1, 2号炉 給排水処理建屋	MB-P塔再生用 硫酸貯留槽	98%	0.025	m ³	×※2	×	—	—	—	—	—
	1, 2号炉 給排水処理建屋	H塔用硫酸希釈槽	20%	0.88	m ³	×※2	×	—	—	—	—	—
	1, 2号炉 給排水処理建屋	MB-P塔用 硫酸希釈槽	20%	0.21	m ³	×※2	×	—	—	—	—	—
	1, 2号炉 給排水処理建屋	排水用硫酸希釈槽	25%	1	m ³	×※2	×	—	—	—	—	—
	3号炉 給排水処理建屋	硫酸貯槽	98%	3	m ³	×※2	×	—	—	—	—	—
	3号炉 給排水処理建屋	硫酸計量槽	98%	0.16	m ³	×※2	×	—	—	—	—	—
	3号炉 給排水処理建屋	硫酸希釈槽	98%	0.88	m ³	×※2	×	—	—	—	—	—
	屋外	硫酸貯槽	98%	3.9	m ³	×※2	×	—	—	—	—	—
	屋外	H塔再生用 硫酸貯留槽	98%	0.115	m ³	×※2	×	—	—	—	—	—
	屋外	復水脱塩装置 硫酸貯槽	98%	5.4	m ³	×※2	×	—	—	—	—	—
屋外	硫酸貯槽	98%	7.5	m ³	×※2	×	—	—	—	—	—	
屋外	硫酸計量槽	98%	0.265	m ³	×※2	×	—	—	—	—	—	
屋外	硫酸貯槽	98%	2.2	m ³	×※2	×	—	—	—	—	—	

a: ガス化する（※1: 固体又は固体を溶かした水溶液, ※2: 揮発性が乏しい液体）

b: エアロゾル化する

1: ポンプ等に保管されている

2: 試薬類である

3: 屋内に保管されている

4: 開放空間では人体への影響がない

表1 女川原子力発電所の敷地内固定源整理表（タンク類）（2/4）

令和3年3月末時点

有毒化学物質	保管場所	貯蔵施設	濃度	内容量		有毒ガス判断		調査対象整理				調査対象
				数値	単位	a	b	1	2	3	4	
硫酸 アルミニウム	1号炉 廃棄物処理建屋	硫酸バンド貯槽	98%	1.1	m ³	×※1	×	—	—	—	—	—
	1号炉 廃棄物処理建屋	硫酸バンド 計量ホッパ	98%	0.1	m ³	×※1	×	—	—	—	—	—
水酸化 ナトリウム	1号炉 タービン建屋	復水脱塩装置 苛性ソーダ計量槽	25%	753	L	×※1	×	—	—	—	—	—
	1号炉 廃棄物処理建屋	苛性ソーダ貯槽	25%	0.6	m ³	×※1	×	—	—	—	—	—
	1号炉 廃棄物処理建屋	固化装置 苛性タンク	25%	0.2	m ³	×※1	×	—	—	—	—	—
	1号炉 廃棄物処理建屋	中和苛性タンク	25%	1	m ³	×※1	×	—	—	—	—	—
	1号炉 廃棄物処理建屋	中和苛性 計量タンク	25%	0.006	m ³	×※1	×	—	—	—	—	—
	2号炉 原子炉建屋	中和苛性タンク	25%	0.12	m ³	×※1	×	—	—	—	—	—
	2号炉 原子炉建屋	原子炉格納容器 pH 調整系貯蔵タンク	48%	4.8	m ³	×※1	×	—	—	—	—	—
	2号炉 原子炉建屋	原子炉格納容器 pH 調整系テストタンク	48%	0.87	m ³	×※1	×	—	—	—	—	—
	2号炉 タービン建屋	苛性ソーダ計量槽	25%	1.3	m ³	×※1	×	—	—	—	—	—
	3号炉 タービン建屋	苛性ソーダ計量槽	25%	1.3	m ³	×※1	×	—	—	—	—	—
	3号炉 サービス建屋	中和苛性タンク	25%	0.12	m ³	×※1	×	—	—	—	—	—
	1, 2号炉 給排水処理建屋	OH塔用 苛性ソーダ計量槽	25%	0.44	m ³	×※1	×	—	—	—	—	—
	1, 2号炉 給排水処理建屋	MB-P塔用 苛性ソーダ計量槽	25%	0.155	m ³	×※1	×	—	—	—	—	—
	3号炉 給排水処理建屋	苛性ソーダ貯槽	25%	7	m ³	×※1	×	—	—	—	—	—
	3号炉 給排水処理建屋	苛性ソーダ計量槽	25%	0.16	m ³	×※1	×	—	—	—	—	—
	屋外	復水脱塩装置 苛性ソーダ貯槽	25%	20	m ³	×※1	×	—	—	—	—	—
	屋外	苛性ソーダ貯槽	25%	32	m ³	×※1	×	—	—	—	—	—
	屋外	苛性ソーダ貯槽	25%	10.5	m ³	×※1	×	—	—	—	—	—
	屋外	苛性ソーダ貯槽	25%	7	m ³	×※1	×	—	—	—	—	—
屋外	ドラム缶	25%	400	L	×※1	×	—	—	—	—	—	
屋外	ドラム缶	25%	400	L	×※1	×	—	—	—	—	—	

a：ガス化する（※1：固体又は固体を溶かした水溶液，※2：揮発性が乏しい液体）

b：エアロゾル化する

1：ポンベ等に保管されている

2：試薬類である

3：屋内に保管されている

4：開放空間では人体への影響がない

表1 女川原子力発電所の敷地内固定源整理表（タンク類）（3/4）

令和3年3月末時点

有毒化学物質	保管場所	貯蔵施設	濃度	内容量		有毒ガス判断		調査対象整理				調査対象
				数値	単位	a	b	1	2	3	4	
エチレン グリコール	3号炉 タービン建屋	気体廃棄物処理系 グリコールタンク	30%	1.2	m ³	×※2	×	—	—	—	—	—
	3号炉 タービン建屋	気体廃棄物処理系 冷凍機	30%	1.2	m ³	×※2	×	—	—	—	—	—
軽油	屋外	1号軽油タンク	100%	660	kL	×※2	×	—	—	—	—	—
	屋外	3号軽油タンク	100%	660	kL	×※2	×	—	—	—	—	—
	屋外	1号軽油タンク	100%	30	kL	×※2	×	—	—	—	—	—
	屋外	2号軽油タンク	100%	30	kL	×※2	×	—	—	—	—	—
	屋外	3号軽油タンク	100%	30	kL	×※2	×	—	—	—	—	—
	屋外	1号燃料ドレン受け	100%	0.118	kL	×※2	×	—	—	—	—	—
	屋外	2号燃料ドレン受け	100%	0.118	kL	×※2	×	—	—	—	—	—
	屋外	3号燃料ドレン受け	100%	0.118	kL	×※2	×	—	—	—	—	—
	軽油タンク室	2号軽油タンク (A)	100%	330	kL	×※2	×	—	—	—	—	—
	軽油タンク室	2号軽油タンク (B)	100%	330	kL	×※2	×	—	—	—	—	—
	軽油タンク室(H)	2号軽油タンク (H)	100%	170	kL	×※2	×	—	—	—	—	—
	1号炉 制御建屋	燃料デイトank (A)	100%	12.5	kL	×※2	×	—	—	—	—	—
	1号炉 制御建屋	燃料デイトank (B)	100%	12.5	kL	×※2	×	—	—	—	—	—
	2号炉 原子炉建屋	燃料デイトank (A)	100%	20	kL	×※2	×	—	—	—	—	—
	2号炉 原子炉建屋	燃料デイトank (B)	100%	20	kL	×※2	×	—	—	—	—	—
	2号炉 原子炉建屋	燃料デイトank (H)	100%	14	kL	×※2	×	—	—	—	—	—
	2号炉 原子炉建屋	燃料油 ドレンタンク (A)	100%	0.184	kL	×※2	×	—	—	—	—	—
	2号炉 原子炉建屋	燃料油 ドレンタンク (B)	100%	0.184	kL	×※2	×	—	—	—	—	—
	2号炉 原子炉建屋	燃料油 ドレンタンク (H)	100%	0.184	kL	×※2	×	—	—	—	—	—
	3号炉 原子炉建屋	燃料デイトank (A)	100%	20	kL	×※2	×	—	—	—	—	—
3号炉 原子炉建屋	燃料デイトank (B)	100%	20	kL	×※2	×	—	—	—	—	—	
3号炉 原子炉建屋	燃料デイトank (H)	100%	14	kL	×※2	×	—	—	—	—	—	

a：ガス化する（※1：固体又は固体を溶かした水溶液，※2：揮発性が乏しい液体）

b：エアロゾル化する

1：ポンベ等に保管されている

2：試薬類である

3：屋内に保管されている

4：開放空間では人体への影響がない

表1 女川原子力発電所の敷地内固定源整理表（タンク類）（4/4）

令和3年3月末時点

有毒化学物質	保管場所	貯蔵施設	濃度	内容量		有毒ガス判断		調査対象整理				調査対象
				数値	単位	a	b	1	2	3	4	
軽油	3号炉 原子炉建屋	燃料油 ドレンタンク (A)	100%	0.184	kL	×※2	×	-	-	-	-	-
	3号炉 原子炉建屋	燃料油 ドレンタンク (B)	100%	0.184	kL	×※2	×	-	-	-	-	-
	3号炉 原子炉建屋	燃料油 ドレンタンク (H)	100%	0.184	kL	×※2	×	-	-	-	-	-
	屋外消火 ポンプ建屋	ディーゼルエンジン 駆動消火ポンプ燃料 タンク	100%	40	L	×※2	×	-	-	-	-	-
	緊急時対策建屋	軽油タンク (A)	100%	10.78	kL	×※2	×	-	-	-	-	-
	緊急時対策建屋	軽油タンク (B)	100%	10.78	kL	×※2	×	-	-	-	-	-
	緊急時対策建屋	軽油タンク (C)	100%	10.78	kL	×※2	×	-	-	-	-	-
	ガスタービン 発電設備 軽油タンク室	ガスタービン発電設備 軽油タンク (A)	100%	122.8	kL	×※2	×	-	-	-	-	-
	ガスタービン 発電設備 軽油タンク室	ガスタービン発電設備 軽油タンク (B)	100%	122.8	kL	×※2	×	-	-	-	-	-
	ガスタービン 発電設備 軽油タンク室	ガスタービン発電設備 軽油タンク (C)	100%	122.8	kL	×※2	×	-	-	-	-	-
	緊急用 電気品建屋	ガスタービン発電設備 制御車 (A) 燃料小出槽	100%	630	L	×※2	×	-	-	-	-	-
	緊急用 電気品建屋	ガスタービン発電設備 制御車 (B) 燃料小出槽	100%	630	L	×※2	×	-	-	-	-	-
五ホウ酸 ナトリウム	1号炉 原子炉建屋	S L C 貯蔵タンク	100%	13	m ³	×※1	×	-	-	-	-	-
	2号炉 原子炉建屋	S L C 貯蔵タンク	100%	18.6	m ³	×※1	×	-	-	-	-	-
	3号炉 原子炉建屋	S L C 貯蔵タンク	100%	18.6	m ³	×※1	×	-	-	-	-	-
次亜塩素酸 ナトリウム	浄水場 浄化ポンプ室	次亜塩素酸 ナトリウム貯槽	12%	0.22	m ³	×※2	×	-	-	-	-	-
	2号炉 原子炉建屋	原子炉格納容器 フィルタ装置		54.18	t	×※1	×	-	-	-	-	-

a: ガス化する (※1: 固体又は固体を溶かした水溶液, ※2: 揮発性が乏しい液体)

b: エアロゾル化する

1: ポンベ等に保管されている

2: 試薬類である

3: 屋内に保管されている

4: 開放空間では人体への影響がない

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表2 女川原子力発電所の敷地内固定源整理表（ボンベ類）（1/3）

令和3年3月末時点

有毒化学物質	保管場所	貯蔵施設	濃度	内容量			有毒ガス判断		調査対象整理				調査対象
				数値	単位	個数	a	b	1	2	3	4	
ハロン 1301	2号炉 原子炉建屋	ガスボンベ	100%	45	kg	5	○	—	○	—	—	—	—
	2号炉 原子炉建屋	ガスボンベ	100%	50	kg	3	○	—	○	—	—	—	—
	2号炉 原子炉建屋	ガスボンベ	100%	55	kg	3	○	—	○	—	—	—	—
	2号炉 原子炉建屋	ガスボンベ	100%	60	kg	101	○	—	○	—	—	—	—
	2号炉 原子炉建屋	ガスボンベ	100%	65	kg	35	○	—	○	—	—	—	—
	2号炉 原子炉建屋	ガスボンベ	100%	70	kg	153	○	—	○	—	—	—	—
	2号炉 原子炉建屋	ガスボンベ	100%	75	kg	17	○	—	○	—	—	—	—
	2号炉 制御建屋	ガスボンベ	100%	15	kg	1	○	—	○	—	—	—	—
	2号炉 制御建屋	ガスボンベ	100%	25	kg	1	○	—	○	—	—	—	—
	2号炉 制御建屋	ガスボンベ	100%	26	kg	5	○	—	○	—	—	—	—
	2号炉 制御建屋	ガスボンベ	100%	30	kg	1	○	—	○	—	—	—	—
	2号炉 制御建屋	ガスボンベ	100%	44	kg	3	○	—	○	—	—	—	—
	2号炉 制御建屋	ガスボンベ	100%	45	kg	9	○	—	○	—	—	—	—
	2号炉 制御建屋	ガスボンベ	100%	50	kg	11	○	—	○	—	—	—	—
	2号炉 制御建屋	ガスボンベ	100%	60	kg	6	○	—	○	—	—	—	—
	2号炉 制御建屋	ガスボンベ	100%	70	kg	63	○	—	○	—	—	—	—
	緊急時対策建屋	ガスボンベ	100%	45	kg	3	○	—	○	—	—	—	—
	緊急時対策建屋	ガスボンベ	100%	70	kg	8	○	—	○	—	—	—	—
酸素	1号炉 原子炉建屋	ガスボンベ	100%	7	m ³	2	○	—	○	—	—	—	—
	2号炉 原子炉建屋	ガスボンベ	100%	7	m ³	2	○	—	○	—	—	—	—
	3号炉 原子炉建屋	ガスボンベ	100%	7	m ³	2	○	—	○	—	—	—	—
	2号炉 ガスボンベ庫	ガスボンベ	100%	7	m ³	20	○	—	○	—	—	—	—

a：ガス化する

b：エアロゾル化する

1：ボンベ等に保管されている

2：試薬類である

3：屋内に保管されている

4：開放空間では人体への影響がない

表2 女川原子力発電所の敷地内固定源整理表（ボンベ類）（2/3）

令和3年3月末時点

有毒化学物質	保管場所	貯蔵施設	濃度	内容量			有毒ガス判断		調査対象整理				調査対象
				数値	単位	個数	a	b	1	2	3	4	
二酸化炭素	1号炉タービン建屋	ガスボンベ	100%	45	kg	21	○	—	○	—	—	—	—
	1号炉制御建屋	ガスボンベ	100%	45	kg	128	○	—	○	—	—	—	—
	2号炉原子炉建屋	ガスボンベ	100%	1	kg	60	○	—	○	—	—	—	—
	2号炉原子炉建屋	ガスボンベ	100%	45	kg	79	○	—	○	—	—	—	—
	2号炉タービン建屋	ガスボンベ	100%	45	kg	43	○	—	○	—	—	—	—
	2号炉制御建屋	ガスボンベ	100%	0.65	kg	5	○	—	○	—	—	—	—
	2号炉制御建屋	ガスボンベ	100%	1	kg	26	○	—	○	—	—	—	—
	2号炉制御建屋	ガスボンベ	100%	45	kg	18	○	—	○	—	—	—	—
	3号炉原子炉建屋	ガスボンベ	100%	45	kg	90	○	—	○	—	—	—	—
	3号炉サービス建屋	ガスボンベ	100%	1.5	m ³	1	○	—	○	—	—	—	—
	緊急時対策建屋	ガスボンベ	100%	1	kg	30	○	—	○	—	—	—	—
	2号炉ガスボンベ庫	ガスボンベ	100%	30	kg	30	○	—	○	—	—	—	—
	3号炉ガスボンベ庫	ガスボンベ	100%	30	kg	30	○	—	○	—	—	—	—
	3号炉ガスボンベ庫	ガスボンベ	100%	30	kg	30	○	—	○	—	—	—	—
3号炉ガスボンベ庫	ガスボンベ	100%	45	kg	20	○	—	○	—	—	—	—	
プロパン	焼却炉建屋 付属棟	バルク貯槽	100%	2846	kg	1	○	—	○	—	—	—	—
アセチレン	ガスボンベ庫 (化学分析用)	ガスボンベ	100%	7	kg	1	○	—	○	—	—	—	—
	3号炉サービス建屋	ガスボンベ	100%	7	kg	1	○	—	○	—	—	—	—
	環境放射能測定センター	ガスボンベ	100%	7	kg	1	○	—	○	—	—	—	—

a：ガス化する

b：エアロゾル化する

1：ボンベ等に保管されている

2：試薬類である

3：屋内に保管されている

4：開放空間では人体への影響がない

表2 女川原子力発電所の敷地内固定源整理表（ボンベ類）（3/3）

令和3年3月末時点

有毒化学物質	保管場所	貯蔵施設	濃度	内容量			有毒ガス判断		調査対象整理				調査対象
				数値	単位	個数	a	b	1	2	3	4	
混合ガス (ヘリウム+ イソブタン)	1号炉 制御建屋	ガスボンベ	99% 1%	10	L	1	○	—	○	—	—	—	—
	3号炉 サービス建屋	ガスボンベ	99% 1%	10	L	1	○	—	○	—	—	—	—
六フッ化硫黄	構内変圧器室	ガスボンベ	100%	1	kg	1	○	—	○	—	—	—	—
	3号炉 給排水処理建屋	ガスボンベ	100%	1	kg	1	○	—	○	—	—	—	—
	第四定検 資機材倉庫	ガスボンベ	100%	1	Kg	2	○	—	○	—	—	—	—

a：ガス化する

b：エアロゾル化する

1：ボンベ等に保管されている

2：試薬類である

3：屋内に保管されている

4：開放空間では人体への影響がない

表3 女川原子力発電所の敷地内固定源整理表（機器【冷媒】）（1/5）

令和3年3月末時点

有毒化学物質	保管場所	貯蔵施設	濃度	内容量		有毒ガス判断		調査対象整理				調査対象
				数値	単位	a	b	1	2	3	4	
HCFC-123 (R-123)	1号炉 タービン建屋	換気空調用 ターボ冷凍機(A)	100%	1000	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	1号炉 タービン建屋	換気空調用 ターボ冷凍機(B)	100%	1000	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	1号炉 タービン建屋	換気空調用 ターボ冷凍機(C)	100%	1000	kg	○	—	×	×	○※	—	—
HCFC-22 (R-22)	1号炉 原子炉建屋	ISI室常用空調機(1)	100%	4	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	1号炉 原子炉建屋	ISI室常用空調機(2)	100%	4	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	1号炉 原子炉建屋	CRD自動交換機室 常用空調機(1)	100%	4	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	1号炉 原子炉建屋	CRD自動交換機室 常用空調機(2)	100%	4	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	1号炉 タービン建屋	排ガス予冷器 冷却機(A)	100%	8	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	1号炉 タービン建屋	排ガス予冷器 冷却機(B)	100%	8	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	1号炉 制御建屋	中央制御室用 冷凍機(A)	100%	1300	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	1号炉 制御建屋	中央制御室用 冷凍機(B)	100%	1300	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	1号炉 制御建屋	プロセス計算機 設置エリア用 空調機(A)	100%	100	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	1号炉 制御建屋	プロセス計算機 設置エリア用 空調機(B)	100%	100	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	1号炉 制御建屋	CVCF設置エリア用 空調機(A)	100%	25	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	1号炉 制御建屋	CVCF設置エリア用 空調機(B)	100%	25	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	1号炉 廃棄物処理建屋	排ガス乾燥器 冷凍機(A)	100%	8	kg	○	—	×	×	○※	—	—
1号炉 廃棄物処理建屋	排ガス乾燥器 冷凍機(B)	100%	8	kg	○	—	×	×	○※	—	—	
1号炉 廃棄物処理建屋	排ガス乾燥器 冷凍機(C)	100%	5.9	kg	○	—	×	×	○※	—	—	

a：ガス化する

b：エアロゾル化する

1：ボンベ等に保管されている

2：試薬類である

3：屋内に保管されている

4：開放空間では人体への影響がない

※：冷媒（フロン類）は防護判断基準値（6,000～230,000ppm）が高く、漏えいした場合でも建屋内で希釈された時点で防護判断基準値を下回り、大気中に多量に放出されるおそれがないため、調査対象外

表3 女川原子力発電所の敷地内固定源整理表（機器【冷媒】）（2/5）

令和3年3月末時点

有毒化学物質	保管場所	貯蔵施設	濃度	内容量		有毒ガス判断		調査対象整理				調査対象
				数値	単位	a	b	1	2	3	4	
HCFC-22 (R-22)	2号炉タービン建屋	排ガス乾燥器 冷凍機(A)	100%	8	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	2号炉タービン建屋	排ガス乾燥器 冷凍機(B)	100%	8	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	2号炉タービン建屋	排ガス乾燥器 冷凍機(C)	100%	8	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	3号炉タービン建屋	気体廃棄物処理系 冷凍機(A)	100%	1.2	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	3号炉タービン建屋	気体廃棄物処理系 冷凍機(B)	100%	1.2	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	屋外	廃棄物処理系 制御室換気空調系 冷水供給設備 空冷チラー圧縮機	100%	26	kg	○	—	○	—	—	—	—
	焼却炉建屋 (屋上)	空冷冷凍機 圧縮機	100%	24	kg	○	—	○	—	—	—	—
HFC-134a (R-134a)	1号炉タービン建屋	TGS 除湿器冷凍機	100%	0.2	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	2号炉原子炉建屋	換気空調補機 非常用冷却水系 冷凍機(A)	100%	550	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	2号炉原子炉建屋	換気空調補機 非常用冷却水系 冷凍機(B)	100%	550	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	2号炉原子炉建屋	換気空調補機 非常用冷却水系 冷凍機(C)	100%	550	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	2号炉原子炉建屋	換気空調補機 非常用冷却水系 冷凍機(D)	100%	550	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	2号炉タービン建屋	換気空調補機 常用冷却水系 冷凍機(A)	100%	620	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	2号炉タービン建屋	換気空調補機 常用冷却水系 冷凍機(B)	100%	620	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	2号炉タービン建屋	換気空調補機 常用冷却水系 冷凍機(C)	100%	800	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	2号炉タービン建屋	換気空調補機 常用冷却水系 冷凍機(D)	100%	800	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	2号炉タービン建屋	TGS 除湿器冷凍機	100%	0.2	kg	○	—	×	×	○※	—	—

a：ガス化する

b：エアロゾル化する

1：ボンベ等に保管されている

2：試薬類である

3：屋内に保管されている

4：開放空間では人体への影響がない

※：冷媒（フロン類）は防護判断基準値（6,000～230,000ppm）が高く、漏えいした場合でも建屋内で希釈された時点で防護判断基準値を下回り、大気中に多量に放出されるおそれがないため、調査対象外

表3 女川原子力発電所の敷地内固定源整理表（機器【冷媒】）（3/5）

令和3年3月末時点

有毒化学物質	保管場所	貯蔵施設	濃度	内容量		有毒ガス判断		調査対象整理				調査対象
				数値	単位	a	b	1	2	3	4	
HFC-134a (R-134a)	3号炉 原子炉建屋	換気空調補機 非常用冷却水系 冷凍機(A)	100%	300	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	3号炉 原子炉建屋	換気空調補機 非常用冷却水系 冷凍機(B)	100%	300	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	3号炉 原子炉建屋	換気空調補機 非常用冷却水系 冷凍機(C)	100%	300	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	3号炉 原子炉建屋	換気空調補機 非常用冷却水系 冷凍機(D)	100%	300	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	3号炉 タービン建屋	換気空調補機 常用冷却水系 ターボ冷凍機(A)	100%	900	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	3号炉 タービン建屋	換気空調補機 常用冷却水系 ターボ冷凍機(B)	100%	900	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	3号炉 タービン建屋	換気空調補機 常用冷却水系 ターボ冷凍機(C)	100%	800	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	3号炉 タービン建屋	換気空調補機 常用冷却水系 ターボ冷凍機(D)	100%	800	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	3号炉 タービン建屋	TGS 除湿器冷凍機	100%	0.2	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	緊急時対策建屋	緊急対策エリア 冷凍機 圧縮機ユニット	100%	572	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	焼却炉建屋	焼却炉モニタ 除湿器冷凍機	100%	0.2	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	2号炉 排気筒放射線 モニタ建屋	可搬型 トリチウムサンプラ	100%	0.11	kg	○	—	×	×	○※	—	—
HFC-23 (R-23)	サイトバンカ 建屋	サイトバンカ 排気口トリチウム 回収装置冷凍機(A)	100%	0.13	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	サイトバンカ 建屋	サイトバンカ 排気口トリチウム 回収装置冷凍機(B)	100%	0.13	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	焼却炉建屋	焼却炉トリチウム 回収装置冷凍機(A)	100%	0.13	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	焼却炉建屋	焼却炉トリチウム 回収装置冷凍機(B)	100%	0.13	kg	○	—	×	×	○※	—	—

a：ガス化する

b：エアロゾル化する

1：ボンベ等に保管されている

2：試薬類である

3：屋内に保管されている

4：開放空間では人体への影響がない

※：冷媒（フロン類）は防護判断基準値（6,000～230,000ppm）が高く、漏えいした場合でも建屋内で希釈された時点で防護判断基準値を下回り、大気中に多量に放出されるおそれがないため、調査対象外

表3 女川原子力発電所の敷地内固定源整理表（機器【冷媒】）（4/5）

令和3年3月末時点

有毒化学物質	保管場所	貯蔵施設	濃度	内容量		有毒ガス判断		調査対象整理				調査対象
				数値	単位	a	b	1	2	3	4	
HFC-23 (R-23)	1号炉 排気筒放射線 モニタ建屋	排気筒放射線 モニタ建屋 トリチウム回収装置 冷凍機(A)	100%	0.13	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	1号炉 排気筒放射線 モニタ建屋	排気筒放射線 モニタ建屋 トリチウム回収装置 冷凍機(B)	100%	0.13	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	2号炉 排気筒放射線 モニタ建屋	排気筒放射線 モニタ建屋 トリチウム回収装置 冷凍機(A)	100%	0.11	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	2号炉 排気筒放射線 モニタ建屋	排気筒放射線 モニタ建屋 トリチウム回収装置 冷凍機(B)	100%	0.11	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	3号炉 排気筒放射線 モニタ建屋	排気筒放射線 モニタ建屋 トリチウム回収装置 冷凍機(A)	100%	0.11	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	3号炉 排気筒放射線 モニタ建屋	排気筒放射線 モニタ建屋 トリチウム回収装置 冷凍機(B)	100%	0.11	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	事務本館	トリチウム回収装置 冷凍機	100%	0.11	kg	○	—	×	×	○※	—	—
R-404A	1号炉 制御建屋	ドライクリーニング 装置 圧縮機	100%	35	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	緊急時対策建屋 (屋上)	外気処理装置用 冷凍機ユニット	100%	162	kg	○	—	○	—	—	—	—
	サイトバンカ 建屋	サイトバンカ排気口 トリチウム回収装置 冷凍機(A)	100%	0.35	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	サイトバンカ 建屋	サイトバンカ排気口 トリチウム回収装置 冷凍機(B)	100%	0.35	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	焼却炉建屋	焼却炉トリチウム 回収装置冷凍機(A)	100%	0.35	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	焼却炉建屋	焼却炉トリチウム 回収装置冷凍機(B)	100%	0.35	kg	○	—	×	×	○※	—	—

a：ガス化する

b：エアロゾル化する

1：ボンベ等に保管されている

2：試薬類である

3：屋内に保管されている

4：開放空間では人体への影響がない

※：冷媒（フロン類）は防護判断基準値（6,000～230,000ppm）が高く、漏えいした場合でも建屋内で希釈された時点で防護判断基準値を下回り、大気中に多量に放出されるおそれがないため、調査対象外

表3 女川原子力発電所の敷地内固定源整理表（機器【冷媒】）（5/5）

令和3年3月末時点

有毒化学物質	保管場所	貯蔵施設	濃度	内容量		有毒ガス判断		調査対象整理				調査対象
				数値	単位	a	b	1	2	3	4	
R-404A	1号炉 排気筒放射線 モニタ建屋	排気筒放射線 モニタ建屋 トリチウム回収装置 冷凍機(A)	100%	0.35	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	1号炉 排気筒放射線 モニタ建屋	排気筒放射線 モニタ建屋 トリチウム回収装置 冷凍機(B)	100%	0.35	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	2号炉 排気筒放射線 モニタ建屋	排気筒放射線 モニタ建屋 トリチウム回収装置 冷凍機(A)	100%	0.28	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	2号炉 排気筒放射線 モニタ建屋	排気筒放射線 モニタ建屋 トリチウム回収装置 冷凍機(B)	100%	0.28	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	3号炉 排気筒放射線 モニタ建屋	排気筒放射線 モニタ建屋 トリチウム回収装置 冷凍機(A)	100%	0.28	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	3号炉 排気筒放射線 モニタ建屋	排気筒放射線 モニタ建屋 トリチウム回収装置 冷凍機(B)	100%	0.28	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	事務本館	トリチウム回収装置 冷凍機	100%	0.28	kg	○	—	×	×	○※	—	—
R-407C	1号炉 原子炉建屋	ドライウエル 除湿用水冷チラー	100%	17	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	1号炉 原子炉建屋	原子炉建屋 空調機用 水冷チラー(A)	100%	5	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	1号炉 原子炉建屋	原子炉建屋 空調機用 水冷チラー(B)	100%	5	kg	○	—	×	×	○※	—	—
	1号炉 制御建屋	ドライクリーニング 装置 圧縮機	100%	14	kg	○	—	×	×	○※	—	—
R-410A	屋外	ドライクリーニング 装置 圧縮機	100%	72	kg	○	—	○	—	—	—	—

a：ガス化する

b：エアロゾル化する

1：ポンベ等に保管されている

2：試薬類である

3：屋内に保管されている

4：開放空間では人体への影響がない

※：冷媒（フロン類）は防護判断基準値（6,000～230,000ppm）が高く、漏えいした場合でも建屋内で希釈された時点で防護判断基準値を下回り、大気中に多量に放出されるおそれがないため、調査対象外

表4 女川原子力発電所の敷地内固定源整理表（機器【遮断器】）

令和3年3月末時点

有毒化学物質	保管場所	貯蔵施設	濃度	内容量		有毒ガス判断		調査対象整理				調査対象
				数値	単位	a	b	1	2	3	4	
六フッ化硫黄	1・2号炉開閉所	遮断器	100%	6468	kg	○	—	×	×	×	○	—
	3号炉開閉所	遮断器	100%	6709	kg	○	—	×	×	×	○	—
	予備変圧器エリア	遮断器	100%	35	kg	○	—	×	×	×	○	—

a：ガス化する

b：エアロゾル化する

1：ボンベ等に保管されている

2：試薬類である

3：屋内に保管されている

4：開放空間では人体への影響がない

表5 女川原子力発電所の敷地内固定源整理表（試薬類）（1/8）

令和3年3月末時点

有毒化学物質	保管場所	性状	容器	内容量			有毒ガス判断		調査対象整理				調査対象
				数値	単位	個数	a	b	1	2	3	4	
亜硝酸ナトリウム	1号炉制御建屋	液体	ポリタンク	12	kg	40	—	—	—	○	—	—	—
亜硝酸ナトリウム	1号炉原子炉建屋	液体	ポリタンク	12	kg	40	—	—	—	○	—	—	—
亜硝酸ナトリウム	2号炉制御建屋	液体	ポリタンク	12	kg	40	—	—	—	○	—	—	—
亜硝酸ナトリウム	3号炉海水熱交換器建屋	液体	ポリタンク	12	kg	40	—	—	—	○	—	—	—
亜硝酸ナトリウム	第四定検資機材倉庫	液体	ポリタンク	12	kg	40	—	—	—	○	—	—	—
硫酸アルミニウム	1号炉廃棄物処理建屋	固体	袋	25	kg	30	—	—	—	○	—	—	—
アニオン性ポリアクリルアミド	1, 2号炉給排水処理建屋	固体	袋	15	kg	5	—	—	—	○	—	—	—
アニオン性ポリアクリルアミド	3号炉給排水処理建屋	固体	袋	15	kg	5	—	—	—	○	—	—	—
アニオン性ポリアクリルアミド	3号炉給排水処理建屋	固体	袋	15	kg	5	—	—	—	○	—	—	—
アニオン性ポリアクリルアミド	第四定検資機材倉庫	固体	袋	15	kg	5	—	—	—	○	—	—	—
アニオン性ポリアクリルアミド	第四定検資機材倉庫	固体	袋	15	kg	10	—	—	—	○	—	—	—
リン酸	第四定検資機材倉庫	液体	ポリ容器	35	kg	5	—	—	—	○	—	—	—
泡消火薬剤	消防車庫	液体	ポリ容器	20	L	69	—	—	—	○	—	—	—
次亜塩素酸ナトリウム	浄水場浄化ポンプ室	液体	ポリ容器	20	kg	20	—	—	—	○	—	—	—

a：ガス化する

b：エアロゾル化する

1：ボンベ等に保管されている

2：試薬類である

3：屋内に保管されている

4：開放空間では人体への影響がない

注：試薬類は、化学分析室内や倉庫内に保管されており、使用場所も化学分析室や特定の設備の設置個所等に限定されていること、また、貯蔵容器当たりの内容量は屋外に設置された薬品タンク等の内容量（0.115m³～）と比較しても少量であることから、貯蔵容器から全量が漏えいした場合でも有毒ガスが大気中に多量に放出されるおそれはないため調査対象外

表5 女川原子力発電所の敷地内固定源整理表（試薬類）（2/8）

令和3年3月末時点

有毒化学物質	保管場所	性状	容器	内容量			有毒ガス判断		調査対象整理				調査対象
				数値	単位	個数	a	b	1	2	3	4	
アセトン	環境放射能測定センター	液体	ガラス瓶	500	ml	1	-	-	-	○	-	-	-
エタノール		液体	ガラス瓶	500	ml	1	-	-	-	○	-	-	-
炭酸カルシウム (カルシウム標準液)		液体	ポリ瓶	100	ml	2	-	-	-	○	-	-	-
クロム酸カリウム		液体	ガラス瓶	500	ml	1	-	-	-	○	-	-	-
しゅう酸ナトリウム		固体	ポリ瓶	500	g	1	-	-	-	○	-	-	-
炭酸ストロンチウム (ストロンチウム標準液)		液体	ポリ瓶	100	ml	2	-	-	-	○	-	-	-
四ホウ酸ナトリウム (pH標準液)		液体	ポリ瓶	500	ml	2	-	-	-	○	-	-	-
亜硫酸水素ナトリウム		固体	ポリ瓶	500	g	1	-	-	-	○	-	-	-
塩化アンモニウム		固体	ポリ瓶	500	g	2	-	-	-	○	-	-	-
塩化カルシウム		固体	ポリ瓶	100	g	2	-	-	-	○	-	-	-
塩化カルシウム		固体	ポリ瓶	500	g	1	-	-	-	○	-	-	-
塩化バリウム二水和物		固体	ポリ瓶	500	g	4	-	-	-	○	-	-	-
塩化ヒドロキシル アンモニウム		固体	ポリ瓶	500	g	2	-	-	-	○	-	-	-
塩化亜鉛		固体	ポリ瓶	500	g	1	-	-	-	○	-	-	-
塩酸		液体	ガラス瓶	500	ml	14	-	-	-	○	-	-	-
水酸化ナトリウム		固体	袋	25	kg	1	-	-	-	○	-	-	-
水酸化ナトリウム		固体	ポリ瓶	500	g	5	-	-	-	○	-	-	-
過マンガン酸カリウム		固体	ガラス瓶	500	g	2	-	-	-	○	-	-	-
過酸化ナトリウム		固体	ポリ瓶	500	g	2	-	-	-	○	-	-	-
過酸化ナトリウム		固体	缶	25	g	1	-	-	-	○	-	-	-
過酸化水素		液体	ポリ瓶	500	ml	2	-	-	-	○	-	-	-
酸化クロム		固体	ガラス瓶	25	g	1	-	-	-	○	-	-	-
硝酸		液体	ガラス瓶	500	ml	5	-	-	-	○	-	-	-
硝酸銀	液体	ガラス瓶	25	ml	2	-	-	-	○	-	-	-	

a：ガス化する

b：エアロゾル化する

1：ポンペ等に保管されている

2：試薬類である

3：屋内に保管されている

4：開放空間では人体への影響がない

注：試薬類は、化学分析室内や倉庫内に保管されており、使用場所も化学分析室や特定の設備の設置箇所等に限定されていること、また、貯蔵容器当たりの内容量は屋外に設置された薬品タンク等の内容量（0.115m³〜）と比較しても少量であることから、貯蔵容器から全量が漏えいした場合でも有毒ガスが大気中に多量に放出されるおそれはないため調査対象外

表5 女川原子力発電所の敷地内固定源整理表（試薬類）（3/8）

令和3年3月末時点

有毒化学物質	保管場所	性状	容器	内容量			有毒ガス判断		調査対象整理				調査対象
				数値	単位	個数	a	b	1	2	3	4	
酢酸	環境放射能測定センター	液体	ガラス瓶	500	ml	3	-	-	-	○	-	-	-
炭酸ナトリウム		固体	ポリ瓶	500	g	2	-	-	-	○	-	-	-
二酸化マンガン		固体	ガラス瓶	500	g	1	-	-	-	○	-	-	-
二酸化マンガン		固体	ポリ瓶	2000	g	1	-	-	-	○	-	-	-
硫酸		液体	ポリ容器	25	kg	1	-	-	-	○	-	-	-
硫酸		液体	ガラス瓶	500	ml	3	-	-	-	○	-	-	-
硫酸ヒドラジニウム		液体	ポリ瓶	500	ml	1	-	-	-	○	-	-	-
メタノール		液体	ガラス瓶	500	ml	1	-	-	-	○	-	-	-
過マンガン酸カリウム	1号炉制御建屋	液体	ガラス瓶	500	ml	2	-	-	-	○	-	-	-
過マンガン酸カリウム		液体	ガラス瓶	500	ml	3	-	-	-	○	-	-	-
過マンガン酸カリウム		固体	ガラス瓶	500	g	5	-	-	-	○	-	-	-
しゅう酸ナトリウム		液体	ポリ瓶	500	ml	3	-	-	-	○	-	-	-
n-ドデシル硫酸ナトリウム		固体	ガラス瓶	25	g	1	-	-	-	○	-	-	-
n-ドデシル硫酸ナトリウム		固体	ポリ瓶	10	g	1	-	-	-	○	-	-	-
アミド硫酸アンモニウム		固体	ポリ瓶	500	g	1	-	-	-	○	-	-	-
アンモニア		液体	ガラス瓶	500	ml	5	-	-	-	○	-	-	-
硝酸アンモニウム (アンモニウムイオン標準液)		液体	ポリ瓶	50	ml	4	-	-	-	○	-	-	-
エタノール		液体	ガラス瓶	500	ml	4	-	-	-	○	-	-	-
硝酸カリウム (カリウムイオン標準液)		液体	ポリ瓶	50	ml	6	-	-	-	○	-	-	-
硝酸カルシウム (カルシウムイオン標準液)		液体	ポリ瓶	50	ml	4	-	-	-	○	-	-	-
クロム酸カリウム		固体	ポリ瓶	500	g	1	-	-	-	○	-	-	-
メタけい酸ナトリウム (シリカ標準液)		液体	ポリ瓶	100	ml	4	-	-	-	○	-	-	-
しゅう酸（無水）		固体	ポリ瓶	500	g	2	-	-	-	○	-	-	-
シリカゲル		固体	ポリ瓶	500	g	1	-	-	-	○	-	-	-

a：ガス化する

b：エアロゾル化する

1：ボンベ等に保管されている

2：試薬類である

3：屋内に保管されている

4：開放空間では人体への影響がない

注：試薬類は、化学分析室内や倉庫内に保管されており、使用場所も化学分析室や特定の設備の設置箇所等に限定されていること、また、貯蔵容器当たりの内容量は屋外に設置された薬品タンク等の内容量（0.115m³〜）と比較しても少量であることから、貯蔵容器から全量が漏えいした場合でも有毒ガスが大気中に多量に放出されるおそれはないため調査対象外

表5 女川原子力発電所の敷地内固定源整理表（試薬類）（4/8）

令和3年3月末時点

有毒化学物質	保管場所	性状	容器	内容量			有毒ガス判断		調査対象整理				調査対象
				数値	単位	個数	a	b	1	2	3	4	
二硝酸酸化ジルコニウム (ジルコニウム標準液)	1号炉 制御建屋	液体	ポリ瓶	100	ml	1	-	-	-	○	-	-	-
炭酸ストロンチウム (ストロンチウム標準液)		液体	ポリ瓶	100	ml	2	-	-	-	○	-	-	-
チオシアン酸水銀(Ⅱ)		固体	ガラス瓶	25	g	2	-	-	-	○	-	-	-
硝酸ナトリウム (ナトリウムイオン 標準液)		液体	ポリ瓶	50	ml	3	-	-	-	○	-	-	-
酒石酸アンチモニル カリウム		固体	ガラス瓶	25	g	1	-	-	-	○	-	-	-
ピロガロール		固体	ガラス瓶	500	g	1	-	-	-	○	-	-	-
ふっ化水素酸		液体	ポリ瓶	500	g	1	-	-	-	○	-	-	-
ヘキサン		液体	ガラス瓶	3	L	1	-	-	-	○	-	-	-
ペルオキシニ硫酸 カリウム		固体	ポリ瓶	500	g	1	-	-	-	○	-	-	-
ほう酸		固体	ポリ瓶	500	g	2	-	-	-	○	-	-	-
四ホウ酸ナトリウム (pH標準液)		液体	ポリ瓶	500	ml	4	-	-	-	○	-	-	-
ほう酸 (ほう素標準液)		液体	ポリ瓶	100	ml	5	-	-	-	○	-	-	-
硝酸マグネシウム 六水和物(マグネシウム イオン標準液)		液体	ポリ瓶	50	ml	4	-	-	-	○	-	-	-
メタノール		液体	ガラス瓶	500	ml	2	-	-	-	○	-	-	-
メタノール		液体	ガラス瓶	3000	ml	7	-	-	-	○	-	-	-
硝酸リチウム (リチウムイオン標準液)		液体	ガラス瓶	50	ml	1	-	-	-	○	-	-	-
りん酸		液体	ポリ瓶	500	ml	4	-	-	-	○	-	-	-
亜硝酸ナトリウム (亜硝酸イオン標準液)		液体	ガラス瓶	50	ml	6	-	-	-	○	-	-	-
亜硝酸ナトリウム (亜硝酸イオン標準液)		液体	ガラス瓶	100	ml	1	-	-	-	○	-	-	-
亜硫酸水素ナトリウム		固体	ポリ瓶	500	g	1	-	-	-	○	-	-	-

a：ガス化する

b：エアロゾル化する

1：ポンベ等に保管されている

2：試薬類である

3：屋内に保管されている

4：開放空間では人体への影響がない

注：試薬類は、化学分析室内や倉庫内に保管されており、使用場所も化学分析室や特定の設備の設置個所等に限定されていること、また、貯蔵容器当たりの内容量は屋外に設置された薬品タンク等の内容量(0.115m³～)と比較しても少量であることから、貯蔵容器から全量が漏えいした場合でも有毒ガスが大気中に多量に放出されるおそれはないため調査対象外

表5 女川原子力発電所の敷地内固定源整理表（試薬類）（5/8）

令和3年3月末時点

有毒化学物質	保管場所	性状	容器	内容量			有毒ガス判断		調査対象整理				調査対象
				数値	単位	個数	a	b	1	2	3	4	
塩化アンモニウム	1号炉 制御建屋	固体	ポリ瓶	500	g	2	-	-	-	○	-	-	-
塩化バリウム（無水）		固体	ガラス瓶	500	g	1	-	-	-	○	-	-	-
塩化バリウム二水和物		固体	ポリ瓶	25	g	2	-	-	-	○	-	-	-
塩化ヒドロキシルアンモニウム		固体	ポリ瓶	500	g	1	-	-	-	○	-	-	-
塩酸		液体	ガラス瓶	3000	ml	3	-	-	-	○	-	-	-
塩酸		液体	ガラス瓶	500	ml	2	-	-	-	○	-	-	-
過酸化ナトリウム		固体	ポリ瓶	25	g	1	-	-	-	○	-	-	-
過酸化水素		液体	ポリ瓶	500	ml	2	-	-	-	○	-	-	-
四ほう酸ナトリウム十水和物		固体	ポリ瓶	500	g	1	-	-	-	○	-	-	-
硝酸		液体	ガラス瓶	500	ml	2	-	-	-	○	-	-	-
硝酸バリウム		固体	ポリ瓶	500	g	1	-	-	-	○	-	-	-
硝酸銀		固体	ガラス瓶	500	g	2	-	-	-	○	-	-	-
酢酸		液体	ポリ瓶	500	ml	2	-	-	-	○	-	-	-
水酸化ナトリウム		固体	ポリ瓶	500	g	7	-	-	-	○	-	-	-
炭酸ナトリウム		固体	ポリ瓶	500	g	6	-	-	-	○	-	-	-
炭酸ナトリウム		固体	ポリ瓶	50	g	1	-	-	-	○	-	-	-
二クロム酸カリウム		固体	ポリ瓶	50	g	2	-	-	-	○	-	-	-
硫酸	液体	ガラス瓶	500	ml	2	-	-	-	○	-	-	-	

a：ガス化する

b：エアロゾル化する

1：ポンベ等に保管されている

2：試薬類である

3：屋内に保管されている

4：開放空間では人体への影響がない

注：試薬類は、化学分析室内や倉庫内に保管されており、使用場所も化学分析室や特定の設備の設置箇所等に限定されていること、また、貯蔵容器当たりの内容量は屋外に設置された薬品タンク等の内容量（0.115m³〜）と比較しても少量であることから、貯蔵容器から全量が漏えいした場合でも有毒ガスが大気中に多量に放出されるおそれはないため調査対象外

表5 女川原子力発電所の敷地内固定源整理表（試薬類）（6/8）

令和3年3月末時点

有毒化学物質	保管場所	性状	容器	内容量			有毒ガス判断		調査対象整理				調査対象
				数値	単位	個数	a	b	1	2	3	4	
過マンガン酸カリウム	3号炉 サービス建屋	液体	ガラス瓶	500	ml	2	-	-	-	○	-	-	-
過マンガン酸カリウム		液体	ガラス瓶	500	ml	2	-	-	-	○	-	-	-
過マンガン酸カリウム		固体	ガラス瓶	500	g	2	-	-	-	○	-	-	-
硝酸銀		液体	ガラス瓶	500	ml	2	-	-	-	○	-	-	-
硝酸銀		固体	ガラス瓶	500	g	2	-	-	-	○	-	-	-
水酸化ナトリウム		液体	ポリ瓶	500	ml	1	-	-	-	○	-	-	-
n-ドデシル硫酸 ナトリウム		固体	ガラス瓶	10	g	2	-	-	-	○	-	-	-
アセトン		液体	ガラス瓶	500	ml	1	-	-	-	○	-	-	-
硝酸アンモニウム (アンモニウムイオン 標準液)		液体	ポリ瓶	50	ml	4	-	-	-	○	-	-	-
エタノール		液体	ガラス瓶	500	ml	3	-	-	-	○	-	-	-
エタノール		液体	ガラス瓶	500	ml	1	-	-	-	○	-	-	-
硝酸カリウム (カリウムイオン標準液)		液体	ポリ瓶	50	ml	5	-	-	-	○	-	-	-
硝酸カルシウム (カルシウムイオン 標準液)		液体	ポリ瓶	50	ml	4	-	-	-	○	-	-	-
クロム酸カリウム		固体	ポリ瓶	500	g	3	-	-	-	○	-	-	-
クロロホルム		液体	ガラス瓶	500	ml	1	-	-	-	○	-	-	-
メタけい酸ナトリウム (シリカ標準液)		液体	ポリ瓶	100	ml	2	-	-	-	○	-	-	-
硝酸ナトリウム (ナトリウムイオン 標準液)		液体	ポリ瓶	50	ml	4	-	-	-	○	-	-	-
ピロガロール		固体	ガラス瓶	500	g	1	-	-	-	○	-	-	-
ヘキサン		液体	ガラス瓶	500	ml	2	-	-	-	○	-	-	-
ヘキサン		液体	ガラス瓶	3	L	1	-	-	-	○	-	-	-
四ホウ酸ナトリウム (pH標準液)	液体	ポリ瓶	500	ml	2	-	-	-	○	-	-	-	
ほう酸 (ほう素標準液)	液体	ポリ瓶	100	ml	4	-	-	-	○	-	-	-	

a：ガス化する

b：エアロゾル化する

1：ポンベ等に保管されている

2：試薬類である

3：屋内に保管されている

4：開放空間では人体への影響がない

注：試薬類は、化学分析室内や倉庫内に保管されており、使用場所も化学分析室や特定の設備の設置個所等に限定されていること、また、貯蔵容器当たりの内容量は屋外に設置された薬品タンク等の内容量（0.115m³〜）と比較しても少量であることから、貯蔵容器から全量が漏えいした場合でも有毒ガスが大気中に多量に放出されるおそれはないため調査対象外

表5 女川原子力発電所の敷地内固定源整理表（試薬類）（7/8）

令和3年3月末時点

有毒化学物質	保管場所	性状	容器	内容量			有毒ガス判断		調査対象整理				調査対象
				数値	単位	個数	a	b	1	2	3	4	
硝酸マグネシウム 六水和物（マグネシウム イオン標準液）	3号炉 サービス建屋	液体	ポリ瓶	50	ml	4	—	—	—	○	—	—	—
りん酸		液体	ポリ瓶	500	ml	2	—	—	—	○	—	—	—
亜硝酸ナトリウム （亜硝酸イオン標準液）		液体	ガラス瓶	50	ml	4	—	—	—	○	—	—	—
亜硝酸ナトリウム （亜硝酸イオン標準液）		液体	ガラス瓶	100	ml	1	—	—	—	○	—	—	—
亜硫酸水素ナトリウム		固体	ポリ瓶	500	g	2	—	—	—	○	—	—	—
塩化バリウム二水和物		固体	ポリ瓶	25	g	2	—	—	—	○	—	—	—
塩酸		液体	ガラス瓶	500	ml	8	—	—	—	○	—	—	—
過酸化ナトリウム		固体	ポリ瓶	25	g	2	—	—	—	○	—	—	—
過酸化水素		液体	ポリ瓶	500	ml	1	—	—	—	○	—	—	—
四ほう酸ナトリウム 十水和物		固体	ポリ瓶	500	g	1	—	—	—	○	—	—	—
硝酸		液体	ガラス瓶	500	ml	2	—	—	—	○	—	—	—
硝酸バリウム		固体	ポリ瓶	25	g	1	—	—	—	○	—	—	—
炭酸ナトリウム		固体	ポリ瓶	500	g	2	—	—	—	○	—	—	—
二クロム酸カリウム		固体	ポリ瓶	50	g	1	—	—	—	○	—	—	—
硫酸		液体	ガラス瓶	500	ml	2	—	—	—	○	—	—	—
硫酸銅（Ⅱ）五水和物		固体	ポリ瓶	500	g	1	—	—	—	○	—	—	—

a：ガス化する

b：エアロゾル化する

1：ポンベ等に保管されている

2：試薬類である

3：屋内に保管されている

4：開放空間では人体への影響がない

注：試薬類は、化学分析室内や倉庫内に保管されており、使用場所も化学分析室や特定の設備の設置個所等に限定されていること、また、貯蔵容器当たりの内容量は屋外に設置された薬品タンク等の内容量（0.115m³～）と比較しても少量であることから、貯蔵容器から全量が漏えいした場合でも有毒ガスが大気中に多量に放出されるおそれはないため調査対象外

表5 女川原子力発電所の敷地内固定源整理表（試薬類）（8/8）

令和3年3月末時点

有毒化学物質	保管場所	性状	容器	内容量			有毒ガス判断		調査対象整理				調査対象
				数値	単位	個数	a	b	1	2	3	4	
サリチル酸メチル	1, 2号炉 Bゲート前検査所	液体	計器内部	20	ml	1	—	—	—	○	—	—	—
サリチル酸メチル	3号炉 Bゲート前検査所	液体	計器内部	20	ml	1	—	—	—	○	—	—	—
サリチル酸メチル	出入管理所	液体	計器内部	20	ml	1	—	—	—	○	—	—	—
サリチル酸メチル	事務別館	液体	計器内部	20	ml	1	—	—	—	○	—	—	—
ジクロロメタン	事務別館	液体	パージエーション チューブ	1.5	ml	27	—	—	—	○	—	—	—
イソプロピルアルコール	事務別館	液体	ポリ容器	10	ml	1	—	—	—	○	—	—	—
ジプロピレングリコール メチルエーテル	事務別館	固体	計器内部	1.0	g	2	—	—	—	○	—	—	—
ヘキサクロロエタン	事務別館	固体	計器内部	1.0	g	2	—	—	—	○	—	—	—

a：ガス化する

b：エアロゾル化する

1：ポンベ等に保管されている

2：試薬類である

3：屋内に保管されている

4：開放空間では人体への影響がない

注：試薬類は、化学分析室内や倉庫内に保管されており、使用場所も化学分析室や特定の設備の設置箇所等に限定されていること、また、貯蔵容器当たりの内容量は屋外に設置された薬品タンク等の内容量（0.115m³〜）と比較しても少量であることから、貯蔵容器から全量が漏えいした場合でも有毒ガスが大気中に多量に放出されるおそれはないため調査対象外

表6 女川原子力発電所の敷地内固定源整理表
(製品性状により影響がないことが明らかなもの)

令和3年3月末時点

有毒化学物質	保管場所	貯蔵施設	内容量		有毒ガス判断		調査対象整理				調査対象
			数値	単位	a	b	1	2	3	4	
潤滑油	各機器	機器	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	第一油脂倉庫等	ドラム缶	-	-	-	-	-	-	-	-	-
潤滑油(廃油)	第一油脂倉庫等	ドラム缶	-	-	-	-	-	-	-	-	-
絶縁油	各変圧器	機器	-	-	-	-	-	-	-	-	-
泡消火薬剤	消防車庫	車両タンク	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	第1保管エリア	プラスチック製容器	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	第4保管エリア	プラスチック製容器	-	-	-	-	-	-	-	-	-
バッテリー	硫酸	各機器	容器	-	-	-	-	-	-	-	-
セメント	高炉セメント	1号炉 廃棄物処理建屋	サイロ	-	-	-	-	-	-	-	-
放射性 固体廃棄物	セメント固化体	固体廃棄物 貯蔵所	ドラム缶	-	-	-	-	-	-	-	-
	充てん固化体			-	-	-	-	-	-	-	-
酸素呼吸器		各配備場所	ボンベ等	-	-	-	-	-	-	-	-
設備・機器類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)		各配備場所※	ボンベ等 耐圧容器	-	-	-	-	-	-	-	-

- a: ガス化する
- b: エアロゾル化する
- 1: ボンベ等に保管されている
- 2: 試薬類である
- 3: 屋内に保管されている
- 4: 開放空間では人体への影響がない
- ※: 中央制御室及び緊急時対策所内には配備されていない

表7 女川原子力発電所の敷地内固定源整理表
(生活用品として一般的に使用されるもの)

令和3年3月末時点

有毒化学物質	保管場所	貯蔵施設	内容量		有毒ガス判断		調査対象整理				調査対象
			数値	単位	a	b	1	2	3	4	
生活用品	洗剤, エアコンの冷媒, 殺虫剤, 自動販売機, 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	事務所等	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- a: ガス化する
- b: エアロゾル化する
- 1: ボンベ等に保管されている
- 2: 試薬類である
- 3: 屋内に保管されている
- 4: 開放空間では人体への影響がない

表 8 女川原子力発電所の敷地外固定源整理表(地域防災計画)

令和3年1月末時点

有毒化学物質	貯蔵量		有毒ガス判断		調査対象整理				調査対象
	数値	単位	a	b	1	2	3	4	
軽油	20000	L	×※2	×	—	—	—	—	—
軽油	2592	L	×※2	×	—	—	—	—	—
重油	3000	L	×※2	×	—	—	—	—	—
灯油	15000	L	×※2	×	—	—	—	—	—
ガソリン	28500	L	○	—	×	×	○	—	—
軽油	29500	L	×※2	×	—	—	—	—	—
灯油	19500	L	×※2	×	—	—	—	—	—
廃油	2000	L	×※2	×	—	—	—	—	—
軽油	19200	L	×※2	×	—	—	—	—	—
ガソリン	9600	L	○	—	×	×	○	—	—
軽油	19695	L	×※2	×	—	—	—	—	—
ガソリン	576	L	○	—	×	×	○	—	—
灯油	576	L	×※2	×	—	—	—	—	—
ガソリン	576	L	○	—	×	×	○	—	—
灯油	20000	L	×※2	×	—	—	—	—	—
灯油	9800	L	×※2	×	—	—	—	—	—
重油	200000	L	×※2	×	—	—	—	—	—
重油	200000	L	×※2	×	—	—	—	—	—
重油	200000	L	×※2	×	—	—	—	—	—
軽油	20000	L	×※2	×	—	—	—	—	—
軽油	4000	L	×※2	×	—	—	—	—	—
重油	10000	L	×※2	×	—	—	—	—	—
軽油	20000	L	×※2	×	—	—	—	—	—
重油	300000	L	×※2	×	—	—	—	—	—
重油	5000	L	×※2	×	—	—	—	—	—
軽油	8000	L	×※2	×	—	—	—	—	—
軽油	9900	L	×※2	×	—	—	—	—	—
軽油	3288	L	×※2	×	—	—	—	—	—

a : ガス化する (※1: 固体又は固体を溶かした水溶液, ※2: 揮発性が乏しい液体)

b : エアロゾル化する

1 : ポンベ等に保管されている

2 : 試薬類である

3 : 屋内に保管されている

4 : 開放空間では人体への影響がない

注 : 消防法第11条の情報開示請求の結果に包含される

表9 女川原子力発電所の敷地外固定源整理表(毒物及び劇物取締法)

令和3年1月末時点

有毒化学物質	貯蔵量		有毒ガス判断		調査対象整理				調査対象
	数値	単位	a	b	1	2	3	4	
対象なし	—	—	—	—	—	—	—	—	—

a : ガス化する

b : エアロゾル化する

1 : ボンベ等に保管されている

2 : 試薬類である

3 : 屋内に保管されている

4 : 開放空間では人体への影響がない

注 : 開示請求を行ったが、得られる情報なし

表 10 女川原子力発電所の敷地外固定源整理表(消防法)(1/3)

令和3年1月末時点

有毒化学物質	貯蔵量		有毒ガス判断		調査対象整理				調査対象
	数値	単位	a	b	1	2	3	4	
液化石油ガス	400	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	500	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	980	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	300	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	300	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	300	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	980	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	950	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	300	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	400	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	300	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	500	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	500	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	300	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	400	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	400	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	400	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	300	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	300	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	1000	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	980	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	800	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	980	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	900	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	1700	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	800	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	600	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	950	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	800	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	800	kg	○	—	○	—	—	—	—

a : ガス化する (※1 : 固体又は固体を溶かした水溶液, ※2 : 揮発性が乏しい液体)

b : エアゾル化する

1 : ポンプ等に保管されている

2 : 試薬類である

3 : 屋内に保管されている

4 : 開放空間では人体への影響がない

表 10 女川原子力発電所の敷地外固定源整理表(消防法)(2/3)

令和3年1月末時点

有毒化学物質	貯蔵量		有毒ガス判断		調査対象整理				調査対象
	数値	単位	a	b	1	2	3	4	
液化石油ガス	1300	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	980	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	980	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	950	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	950	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	600	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	500	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	500	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	700	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	600	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	700	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	400	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	498	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	1000	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	1000	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	1500	kg	○	—	○	—	—	—	—
液化石油ガス	400	kg	○	—	○	—	—	—	—
硫酸	3340	kg	× ^{※2}	×	—	—	—	—	—

a : ガス化する (※1 : 固体又は固体を溶かした水溶液, ※2 : 揮発性が乏しい液体)

b : エアロゾル化する

1 : ボンベ等に保管されている

2 : 試薬類である

3 : 屋内に保管されている

4 : 開放空間では人体への影響がない

表 10 女川原子力発電所の敷地外固定源整理表(消防法)(3/3)

令和3年1月末時点

有毒化学物質	貯蔵量		有毒ガス判断		調査対象整理				調査対象
	数値	単位	a	b	1	2	3	4	
ガソリン	600	L	○	—	×	×	○	—	—
灯油	2000	L	×※2	×	—	—	—	—	—
ガソリン	13300	L	○	—	×	×	○	—	—
軽油	9500	L	×※2	×	—	—	—	—	—
灯油	5700	L	×※2	×	—	—	—	—	—
軽油	20000	L	×※2	×	—	—	—	—	—
軽油	2592	L	×※2	×	—	—	—	—	—
重油	3000	L	×※2	×	—	—	—	—	—
灯油	15000	L	×※2	×	—	—	—	—	—
ガソリン	28500	L	○	—	×	×	○	—	—
軽油	29500	L	×※2	×	—	—	—	—	—
灯油	19500	L	×※2	×	—	—	—	—	—
廃油	2000	L	×※2	×	—	—	—	—	—
軽油	19200	L	×※2	×	—	—	—	—	—
ガソリン	9600	L	○	—	×	×	○	—	—
軽油	19695	L	×※2	×	—	—	—	—	—
ガソリン	576	L	○	—	×	×	○	—	—
灯油	576	L	×※2	×	—	—	—	—	—
ガソリン	576	L	○	—	×	×	○	—	—
灯油	20000	L	×※2	×	—	—	—	—	—
灯油	9800	L	×※2	×	—	—	—	—	—
重油	200000	L	×※2	×	—	—	—	—	—
重油	200000	L	×※2	×	—	—	—	—	—
重油	200000	L	×※2	×	—	—	—	—	—
軽油	20000	L	×※2	×	—	—	—	—	—
軽油	4000	L	×※2	×	—	—	—	—	—
重油	10000	L	×※2	×	—	—	—	—	—
軽油	20000	L	×※2	×	—	—	—	—	—
重油	300000	L	×※2	×	—	—	—	—	—
重油	5000	L	×※2	×	—	—	—	—	—
軽油	8000	L	×※2	×	—	—	—	—	—
軽油	9900	L	×※2	×	—	—	—	—	—
軽油	3288	L	×※2	×	—	—	—	—	—

a : ガス化する (※1 : 固体又は固体を溶かした水溶液, ※2 : 揮発性が乏しい液体)

b : エアロゾル化する

1 : ボンベ等に保管されている

2 : 試薬類である

3 : 屋内に保管されている

4 : 開放空間では人体への影響がない

表 11 女川原子力発電所の敷地外固定源整理表(高圧ガス保安法)(1/2)

令和3年1月末時点

有毒化学物質	貯蔵量		有毒ガス判断		調査対象整理				調査対象
	数値 ^{※1}	単位	a	b	1	2	3	4	
アンモニア	1500	kg	○	—	× ^{※2}	×	× ^{※2}	×	対象
アンモニア	1500	kg	○	—	× ^{※2}	×	× ^{※2}	×	対象
アンモニア	200	kg	○	—	× ^{※2}	×	× ^{※2}	×	対象
アンモニア+炭酸ガス	200	kg	○	—	× ^{※2}	×	× ^{※2}	×	対象 ^{※3}
R-22	1500	kg	○	—	○	—	—	—	—
R-22	1500	kg	○	—	○	—	—	—	—
R-22	1500	kg	○	—	○	—	—	—	—
R-22	1500	kg	○	—	○	—	—	—	—
R-22	1500	kg	○	—	○	—	—	—	—
R-22	50	kg	○	—	○	—	—	—	—
R-22	50	kg	○	—	○	—	—	—	—
R-22	50	kg	○	—	○	—	—	—	—
R-22	50	kg	○	—	○	—	—	—	—
R-22	50	kg	○	—	○	—	—	—	—
R-22	50	kg	○	—	○	—	—	—	—
R-22	50	kg	○	—	○	—	—	—	—
R-22	50	kg	○	—	○	—	—	—	—
R-22	50	kg	○	—	○	—	—	—	—
R-22	50	kg	○	—	○	—	—	—	—
R-22, R-404A	1500	kg	○	—	○	—	—	—	—
R-404A	1500	kg	○	—	○	—	—	—	—
R-404A	1500	kg	○	—	○	—	—	—	—
R-404A	1500	kg	○	—	○	—	—	—	—
R-404A	1500	kg	○	—	○	—	—	—	—
R-404A	275	kg	○	—	○	—	—	—	—
R-404A	275	kg	○	—	○	—	—	—	—

a : ガス化する

b : エアロゾル化する

1 : ボンベ等に保管されている

2 : 試薬類である

3 : 屋内に保管されている

4 : 開放空間では人体への影響がない

※1 : 届出情報を考慮した推定値。届出種類に内容量の上限值がある場合は当該の数値を設定。上限値がない場合は、冷凍保安規則に基づく届出であることを踏まえ、業種や冷媒種類を考慮して使用が想定される冷凍冷蔵機器の冷媒充填量の上限值を設定

※2 : 高圧ガス保安法（冷凍保安規則）に基づく届出がなされていることから、同法に基づく設計の容器に保管されていると推定されるが、届出情報から貯蔵容器及び貯蔵状態について確認できないことを踏まえ、有毒ガス防護判断基準値がR-22(32,000ppm)及びR-404A(8,000ppm)と比較して小さいアンモニア(300ppm)については、中央制御室及び緊急時対策所に与える影響が大きいと考えるため、有毒ガス防護に係る影響評価の保守性の観点から大気中への多量の放出を想定。なお、中央制御室及び緊急時対策所に対するR-22及びR-404Aの影響はアンモニアと比較して小さいことを確認(参考資料2)

※3 : 評価に当たっては、有毒ガス防護判断基準値(アンモニア : 300ppm, 二酸化炭素 : 40,000ppm)を考慮し、全量がアンモニアであると仮定

表 12 女川原子力発電所の敷地外固定源整理表(ガス事業法)

令和3年6月末時点

有毒化学物質	貯蔵量		有毒ガス判断		調査対象整理				調査対象
	数値	単位	a	b	1	2	3	4	
液化石油ガス	—	—	○	—	○	—	—	—	—

- a : ガス化する
 - b : エアロゾル化する
 - 1 : ポンベ等に保管されている
 - 2 : 試薬類である
 - 3 : 屋内に保管されている
 - 4 : 開放空間では人体への影響がない
- 注 : 開示請求を行ったが、貯蔵量について得られる情報なし



図 1 女川原子力発電所と敷地外固定源（ガス事業法対象施設）との位置関係

参考資料1 冷媒に含まれる有毒化学物質について

敷地内固定源又は敷地外固定源として抽出された冷媒に含まれる有毒化学物質を以下に示す。

冷媒番号	成分 ^{※1}	含有率 ^{※2}	有毒ガス防護判断基準値(ppm)
R-22	<u>クロロジフルオロメタン</u>	100%	32,000
R-23	<u>トリフルオロメタン</u>	100%	230,000
R-123	<u>2,2-ジクロロ-1,1,1-トリフルオロエタン</u>	100%	6,000
R-134a	<u>1,1,1,2-テトラフルオロエタン</u>	100%	8,000
R-404A	ペンタフルオロエタン	44%	—
	1,1,1-トリフルオロエタン	52%	—
	<u>1,1,1,2-テトラフルオロエタン</u>	4%	8,000
R-407C	<u>ジフルオロメタン</u>	23%	8,200
	ペンタフルオロエタン	25%	—
	<u>1,1,1,2-テトラフルオロエタン</u>	52%	8,000
R-410A	<u>ジフルオロメタン</u>	50%	8,200
	ペンタフルオロエタン	50%	—

※1：下線部分は有毒化学物質を示す

※2：安全データシート（日本フルオロカーボン協会 モデルSDS）

参考資料2 敷地外固定源のうち高圧ガス保安法対象施設が中央制御室及び緊急時対策所に与える影響について

女川原子力発電所においては、高圧ガス保安法に基づく届出情報から抽出された敷地外固定源（以下、「高圧ガス保安法対象施設」という。）であるアンモニア、R-22及びR-404Aのうち、有毒ガス防護判断基準値がR-22及びR-404Aと比較して小さく、大気中に放出された場合に中央制御室及び緊急時対策所に与える影響が大きいと考えられるアンモニアを対象としてスクリーニング評価を実施している。各有毒化学物質の有毒ガス防護判断基準値を表1に示す。

ただし、中央制御室及び緊急時対策所に与える影響は、有毒化学物質の貯蔵量及び評価点との位置関係に応じて異なることを踏まえ、高圧ガス保安法対象施設については、中央制御室外気取入口及び緊急時対策所外気取入口における有毒ガス濃度の評価を実施し、有毒化学物質の種類ごとに中央制御室及び緊急時対策所に与える影響を確認した。

表1 有毒ガス防護判断基準値（高圧ガス保安法対象施設）

敷地外固定源	有毒化学物質	有毒ガス防護判断基準値 (ppm)
アンモニア	アンモニア	300
R-22 ^{※1}	クロロジフルオロメタン	32,000
R-404A ^{※1}	1,1,1,2-テトラフルオロエタン ^{※2}	8,000

※1：冷媒番号

※2：成分のうち有毒化学物質（含有率4%）

1. 影響評価

影響評価の条件及び結果について以下に示す。

(1) 評価条件

a. 方位について

各評価点から高圧ガス保安法対象施設を見た方位を表2に、中央制御室と高圧ガス保安法対象施設との位置関係を図1に、緊急時対策所と敷地外固定源との位置関係を図2に示す。

表2 各評価点から高压ガス保安法対象施設を見た方位(1/2)

令和3年1月末時点

高压ガス保安法対象施設			評価点から発生源を見た方位	
有毒化学物質	貯蔵量		中央制御室	緊急時対策所
	数値 ^{※1}	単位		
アンモニア	1500	kg	NW	NNW
アンモニア	1500	kg	NW	NW
アンモニア	200	kg	ESE	ESE
アンモニア+炭酸ガス	200 ^{※2}	kg	NNW	NNW
R-22	1500	kg	WNW	WNW
R-22	1500	kg	NW	NW
R-22	1500	kg	WNW	WNW
R-22	1500	kg	WNW	WNW
R-22	1500	kg	NW	NW
R-22	50	kg	NW	NW
R-22	50	kg	NW	NW
R-22	50	kg	NW	NW
R-22	50	kg	NW	NW
R-22	50	kg	WNW	WNW
R-22	50	kg	WNW	WNW
R-22	50	kg	WNW	WNW
R-22	50	kg	NW	NW
R-22	50	kg	NW	NW
R-22	50	kg	WNW	WNW
R22, R-404A	1500 ^{※3}	kg	NW	NW
R-404A	1500	kg	WNW	WNW
R-404A	1500	kg	WNW	WNW
R-404A	1500	kg	NW	NW
R-404A	1500	kg	NW	NW
R-404A	275	kg	SSW	SSW
R-404A	275	kg	SSW	SSW

※1：届出情報を考慮した推定値。届出種類に内容量の上限值がある場合は当該の数値を設定。上限値がない場合は、冷凍保安規則に基づく届出であることを踏まえ、業種や冷媒種類を考慮して使用が想定される冷凍冷蔵機器の冷媒充填量の上限值を設定

※2：評価に当たっては、有毒ガス防護判断基準値（アンモニア：300ppm、二酸化炭素：40,000ppm）を考慮し、全量がアンモニアであると仮定

※3：評価に当たっては、貯蔵量及び有毒ガス防護判断基準値（R-22：32,000ppm、R-404A：8,000ppm）を考慮し、全量がR-22であると仮定。その際、R-404Aの成分のうち有毒化学物質である1,1,1,2-テトラフルオロエタンの含有率は4%であることを考慮

表2 各評価点から高压ガス保安法対象施設を見た方位(2/2)

令和3年1月末時点

高压ガス保安法対象施設			評価点から発生源を見た方位	
有毒化学物質	貯蔵量		中央制御室	緊急時対策所
	数値※1	単位		
R-404A	275	kg	NW	NNW
R-404A	275	kg	NW	NNW
R-404A	275	kg	NW	NNW
R-404A	275	kg	NW	NNW
R-404A	275	kg	NW	NNW
R-404A	275	kg	NW	NW
R-404A	275	kg	NW	NW
R-404A	275	kg	NW	NW
R-404A	275	kg	NW	NW
R-404A	275	kg	NW	NNW
R-404A	275	kg	WNW	WNW
R-404A	275	kg	WNW	WNW
R-404A	275	kg	WNW	WNW
R-404A	275	kg	WNW	WNW
R-404A	275	kg	NW	NW
R-404A	275	kg	NW	NW
R-404A	275	kg	NW	NNW
R-404A	275	kg	NW	NNW
R-404A	275	kg	NW	NNW
R-404A	275	kg	NW	NNW
R-404A	275	kg	NW	NNW
R-404A	275	kg	NW	NNW
R-404A	275	kg	NW	NNW
R-404A	275	kg	NW	NNW
R-404A	275	kg	NW	NNW
R-404A	275	kg	NW	NW
R-404A	275	kg	NW	NW
R-404A	275	kg	NW	NW
R-404A	275	kg	NW	NW
R-404A	275	kg	NW	NW
R-404A	275	kg	NW	NW
R-404A	275	kg	NW	NW
R-404A	275	kg	NW	NW
R-404A	275	kg	NW	NW

※1：届出情報を考慮した推定値。届出種類に内容量の上限值がある場合は当該の数値を設定。上限値がない場合は、冷凍保安規則に基づく届出であることを踏まえ、業種や冷媒種類を考慮して使用が想定される冷凍冷蔵機器の冷媒充填量の上限值を設定
 ※2：評価に当たっては、有毒ガス防護判断基準値（アンモニア：300ppm、二酸化炭素：40,000ppm）を考慮し、全量がアンモニアであると仮定
 ※3：評価に当たっては、貯蔵量及び有毒ガス防護判断基準値（R-22：32,000ppm、R-404A：8,000ppm）を考慮し、全量がR-22であると仮定。その際、R-404Aの成分のうち有毒化学物質である1,1,1,2-テトラフルオロエタンの含有率は4%であることを考慮

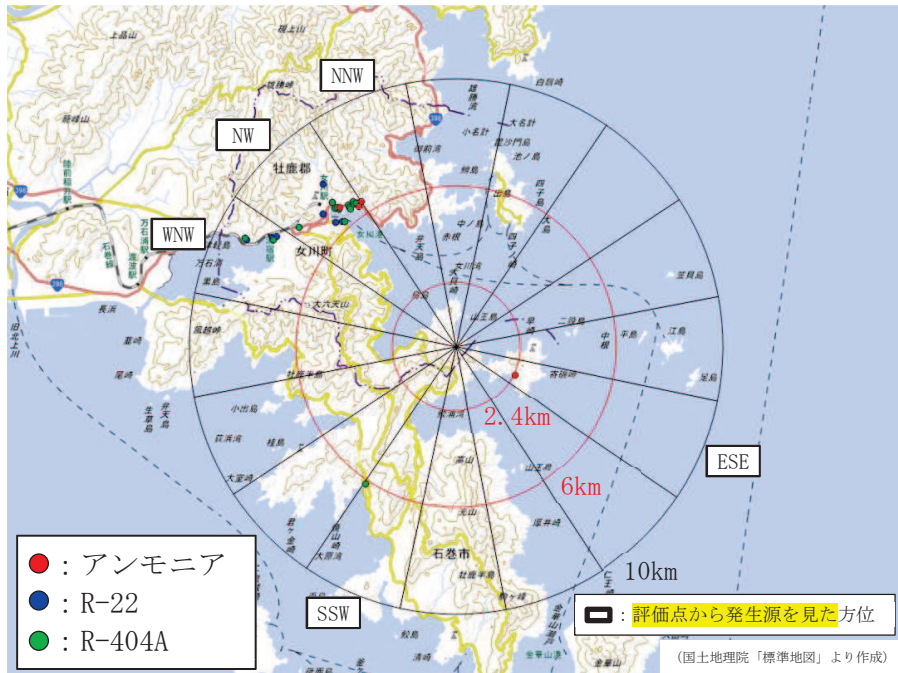


図1 中央制御室と敷地外固定源（高压ガス保安法対象施設）との位置関係

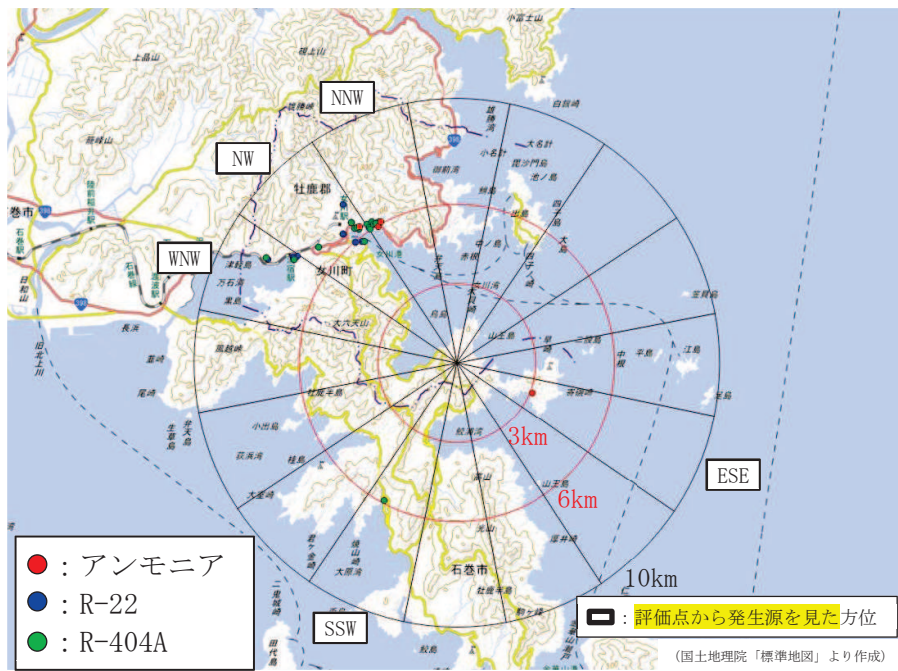


図2 緊急時対策所と敷地外固定源（高压ガス保安法対象施設）との位置関係

b. 距離について

図 1 より，高圧ガス保安法対象施設は，中央制御室から ESE 方向 2.4km の位置にアンモニアがあり，その他については，中央制御室から 6km 以遠の位置にあることが確認できる。

また，図 2 より，緊急時対策所から ESE 方向 3km の位置にアンモニアがあり，その他については，緊急時対策所から約 6km 以遠の位置にあることが確認できる。

このことから，本評価では，中央制御室の評価においては，ESE 方向については 2.4km，その他の方位については 6km を評価点からの距離の代表ケースとして取り扱い，緊急時対策所の評価においては，ESE 方向については 3km，その他の方位については 6km を評価点からの距離の代表ケースとして取り扱うこととし，各方位の高圧ガス保安法対象施設は全て当該距離に位置すると仮定する。

c. 高低差について

本評価においては，方位及び距離による影響を確認するため，高圧ガス保安法対象施設と評価点との高低差は考慮せず，地上放出として取り扱う。

d. 貯蔵量について

b. に示すとおり，本評価においては，高圧ガス保安法対象施設と評価点の距離は代表ケースで取り扱うことから，貯蔵量については，各方位に位置する高圧ガス保安法対象施設の貯蔵量の合算値とする。

なお，本評価では，混合冷媒である R-404A の貯蔵量については，その成分のうち有毒化学物質である 1,1,1,2-テトラフルオロエタンの含有率（4%）を考慮した表記としている。

e. 放出率について

本評価では，「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に示された実効放出継続時間のうち最も短い 1 時間での放出を想定する。

f. 相対濃度について

相対濃度は，「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」（以下「気象指針」という。）気象指針の大気拡散の評価式である(1)式及び(2)式に従い，年間毎時刻での相対濃度を小さい方から順に並べ，累積出現頻度 97%に当たる値とする。

累積出現頻度 97%に当たる値が得られない場合においては，累積出現頻度 98%に当たる値をスクリーニング評価に使用する。

実効放出継続時間は，気象指針に示された実効放出継続時間のうち最も短い 1 時間とする。

解析に用いる気象条件は，女川原子力発電所の安全解析に使用している気象（2012 年 1 月～2012 年 12 月）とする。

方位別相対濃度の累積出現頻度の評価結果を図 3 に，本評価に用いる相対濃度を表 3 に示す。

なお，本評価においては，建屋影響は考慮していない。

$$\chi/Q = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (\chi/Q)_i \cdot {}_d\delta_i \quad \dots (1)$$

$$(\chi/Q)_i = \frac{1}{\pi \cdot \sigma_{yi} \cdot \sigma_{zi} \cdot U_i} \cdot \exp\left(-\frac{H^2}{2\sigma_{zi}^2}\right) \quad \dots (2)$$

- χ/Q : 実効放出継続時間中の相対濃度 (s/m³)
- T : 実効放出継続時間 (h)
- $(\chi/Q)_i$: 時刻*i*における相対濃度 (s/m³)
- ${}_d\delta_i$: 時刻*i*において風向が当該方位 *d* にあるとき ${}_d\delta_i=1$
時刻*i*において風向が当該方位 *d* がないとき ${}_d\delta_i=0$
- σ_{yi} : 時刻*i*における濃度分布の y 方向の拡がりのパラメータ (m)
- σ_{zi} : 時刻*i*における濃度分布の z 方向の拡がりのパラメータ (m)
- U_i : 時刻*i*における風速 (m/s)
- H : 放出源の有効高さ (m)

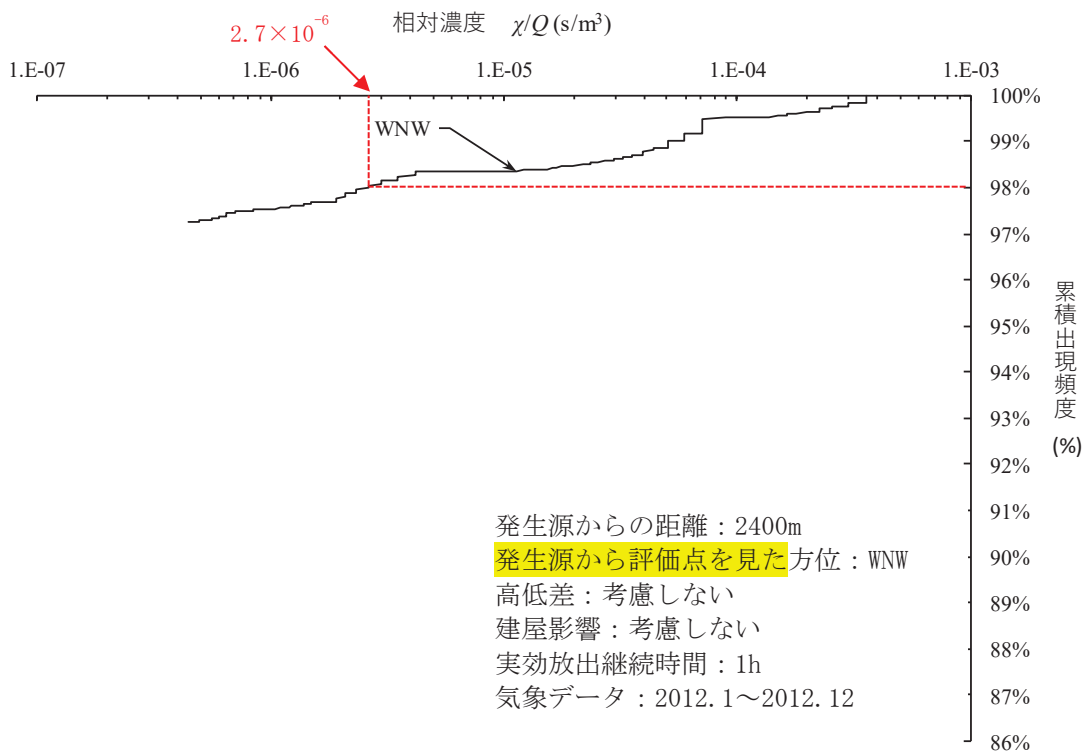


図3 方位別相対濃度の累積出現頻度の評価結果 (1/3)

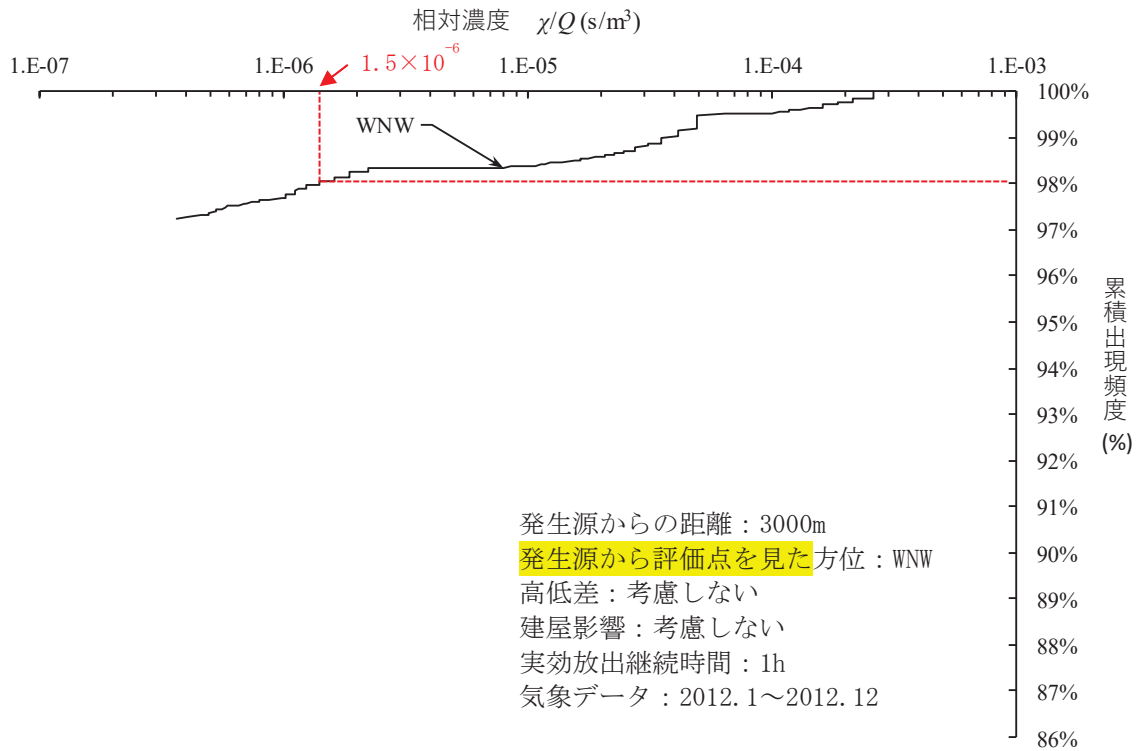


図3 方位別相対濃度の累積出現頻度の評価結果 (2/3)

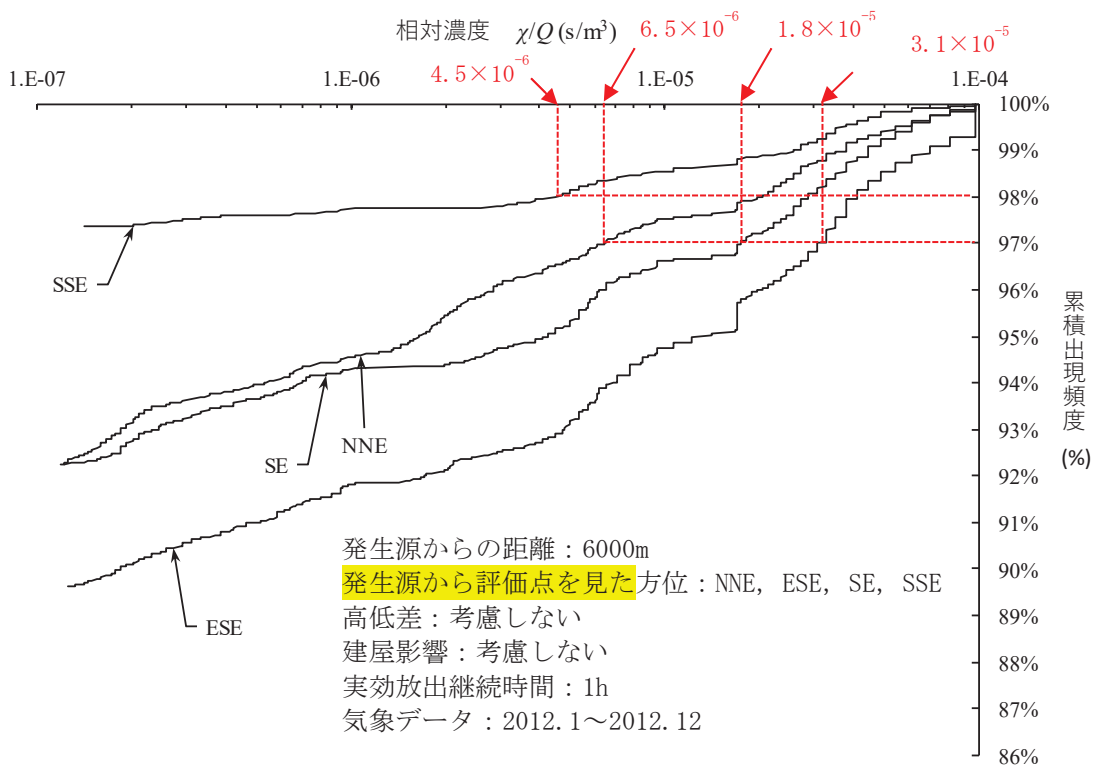


図3 方位別相対濃度の累積出現頻度の評価結果 (3/3)

表3 方位別相対濃度

距離 (m)	評価点から 発生源を見た方位	発生源から 評価点を見た方位	相対濃度 ^{※1} (s/m ³)
2400	ESE	WNW	2.7×10^{-6} ^{※2}
3000	ESE	WNW	1.5×10^{-6} ^{※2}
6000	SSW	NNE	6.5×10^{-6}
6000	WNW	ESE	3.1×10^{-5}
6000	NW	SE	1.8×10^{-5}
6000	NNW	SSE	4.5×10^{-6} ^{※2}

※1：有効数字3桁目切り上げ

※2：累積出現頻度98%

g. まとめ

a. から f. に基づき設定した評価条件を表 4 及び表 5 に示す。

表4 有毒ガス影響評価の条件（中央制御室）

高圧ガス保安法 対象施設	評価点から 発生源を 見た方位	発生源から 評価点 を見た方位	距離 ^{※1} (m)	高低差 ^{※2} (m)	貯蔵量 ^{※3} (kg)	放出率 ^{※4} (kg/s)	相対濃度 ^{※5} (s/m ³)
アンモニア	ESE	WNW	2400	—	200	5.6×10^{-2}	2.7×10^{-6}
	NW	SE	6000	—	3000	8.4×10^{-1}	1.8×10^{-5}
	NNW	SSE	6000	—	200	5.6×10^{-2}	4.5×10^{-6}
R-22	WNW	ESE	6000	—	4700	1.3×10^0	3.1×10^{-5}
	NW	SE	6000	—	4800	1.4×10^0	1.8×10^{-5}
R-404A	SSW	NNE	6000	—	22 ^{※6}	6.2×10^{-3}	6.5×10^{-6}
	WNW	ESE	6000	—	164 ^{※6}	4.6×10^{-2}	3.1×10^{-5}
	NW	SE	6000	—	439 ^{※6}	1.3×10^{-1}	1.8×10^{-5}

※1：評価点と各方位における固定源との距離を考慮して設定。各方位の高圧ガス保安法対象施設は当該距離に全て貯蔵されていると仮定

※2：評価点との高低差を考慮せず地上放出として取り扱う

※3：各方位における貯蔵量の合計値

※4：1時間で全量放出されると仮定

※5：表3を参照

※6：混合冷媒であるR-404Aの成分のうち有毒化学物質である1, 1, 1, 2-テトラフルオロエタンの含有率（4%）を考慮した値

表5 有毒ガス影響評価の条件（緊急時対策所）

高圧ガス保安法 対象施設	評価点から 発生源を 見た方位	発生源から 評価点を 見た方位	距離※ ¹ (m)	高低差※ ² (m)	貯蔵量※ ³ (kg)	放出率※ ⁴ (kg/s)	相対濃度※ ⁵ (s/m ³)
アンモニア	ESE	WNW	3000	—	200	5.6×10^{-2}	1.5×10^{-6}
	NW	SE	6000	—	1500	4.2×10^{-1}	1.8×10^{-5}
	NNW	SSE	6000	—	1700	4.8×10^{-1}	4.5×10^{-6}
R-22	WNW	ESE	6000	—	4700	1.3×10^0	3.1×10^{-5}
	NW	SE	6000	—	4800	1.4×10^0	1.8×10^{-5}
R-404A	SSW	NNE	6000	—	22※ ⁶	6.2×10^{-3}	6.5×10^{-6}
	WNW	ESE	6000	—	164※ ⁶	4.6×10^{-2}	3.1×10^{-5}
	NW	SE	6000	—	263※ ⁶	7.3×10^{-2}	1.8×10^{-5}
	NNW	SSE	6000	—	176※ ⁶	4.9×10^{-2}	4.5×10^{-6}

※1：評価点と各方位における固定源との距離を考慮して設定。各方位の高圧ガス保安法対象施設は当該距離に全て貯蔵されていると仮定

※2：評価点との高低差を考慮せず地上放出として取り扱う

※3：各方位における貯蔵量の合計値

※4：1時間で全量放出されると仮定

※5：表3を参照

※6：混合冷媒であるR-404Aの成分のうち有毒化学物質である1, 1, 1, 2-テトラフルオロエタンの含有率（4%）を考慮した値

(2) 評価結果

中央制御室及び緊急時対策所に対する影響評価の結果を表6及び表7に示す。

各高圧ガス保安法対象施設について、隣接方位を含めた有毒ガス濃度の合計は、いずれも有毒ガス防護判断基準値を超えないことを確認した。

また、有毒ガス濃度の有毒ガス防護判断基準値に対する比の最大値を比較した結果、中央制御室に対しては、アンモニアはR-22の約128倍、R-404Aの約700倍影響が大きく、緊急時対策所に対しては、アンモニアはR-22の約83倍、R-404Aの約556倍影響が大きいことを確認した。

表6 有毒ガス影響評価結果（中央制御室）

高圧ガス保安法 対象施設	評価点から 発生源を 見た方位	発生源から 評価点を 見た方位	当該方位における 有毒ガス濃度 ^{※1} (ppm)	隣接方位を含めた 有毒ガス濃度の合計 ^{※2} (ppm)	防護判断 基準値 (ppm)	防護判断 基準値に 対する比 ^{※2, ※3}
アンモニア	ESE	WNW	2.2×10^{-1}	2.2×10^{-1}	300	7.4×10^{-4}
	NW	SE	2.2×10^1	2.3×10^1	300	<u>7.7×10^{-2}</u>
	NNW	SSE	3.6×10^{-1}	2.3×10^1	300	<u>7.7×10^{-2}</u>
R-22	WNW	ESE	1.2×10^1	1.9×10^1	32,000	<u>6.0×10^{-4}</u>
	NW	SE	6.8×10^0	1.9×10^1	32,000	<u>6.0×10^{-4}</u>
R-404A	SSW	NNE	9.6×10^{-3}	9.6×10^{-3}	8,000	1.2×10^{-6}
	WNW	ESE	3.4×10^{-1}	8.7×10^{-1}	8,000	<u>1.1×10^{-4}</u>
	NW	SE	5.3×10^{-1}	8.7×10^{-1}	8,000	<u>1.1×10^{-4}</u>

※1：外気取入口における濃度。25℃，1気圧におけるアンモニア（分子量17.0g/mol），R-22（分子量86.5g/mol）及びR-404A（分子量：102.0g/mol）の体積分率

※2：有効数字3桁目を切り上げ

※3：下線部は影響が最大のものを示す

表7 有毒ガス影響評価結果（緊急時対策所）

高圧ガス保安法 対象施設	評価点から 発生源を 見た方位	発生源から 評価点を 見た方位	当該方位における 有毒ガス濃度 ^{※1} (ppm)	隣接方位を含めた 有毒ガス濃度の合計 ^{※2} (ppm)	防護判断 基準値 (ppm)	防護判断 基準値に 対する比 ^{※2, ※3}
アンモニア	ESE	WNW	1.2×10^{-1}	1.2×10^{-1}	300	4.0×10^{-4}
	NW	SE	1.1×10^1	1.5×10^1	300	<u>5.0×10^{-2}</u>
	NNW	SSE	3.1×10^0	1.5×10^1	300	<u>5.0×10^{-2}</u>
R-22	WNW	ESE	1.2×10^1	1.9×10^1	32,000	<u>6.0×10^{-4}</u>
	NW	SE	6.8×10^0	1.9×10^1	32,000	<u>6.0×10^{-4}</u>
R-404A	SSW	NNE	9.6×10^{-3}	9.6×10^{-3}	8,000	1.2×10^{-6}
	WNW	ESE	3.4×10^{-1}	6.6×10^{-1}	8,000	8.3×10^{-5}
	NW	SE	3.2×10^{-1}	7.2×10^{-1}	8,000	9.0×10^{-5}
	NNW	SSE	5.3×10^{-2}	3.8×10^{-1}	8,000	4.8×10^{-5}

※1：外気取入口における濃度。25℃，1気圧におけるアンモニア（分子量17.0g/mol），R-22（分子量86.5g/mol）及びR-404A（分子量：102.0g/mol）の体積分率

※2：有効数字3桁目を切り上げ

※3：下線部は影響が最大のものを示す

2. 検討結果

1. に示すとおり、高圧ガス保安法対象施設であるアンモニア、R-22、R-404A からの有毒ガスの発生を想定した場合でも、中央制御室外気取入口及び緊急時対策所外気取入口における有毒ガス濃度は、いずれも有毒ガス防護判断基準値を超えないことを確認した。

一方で、有毒ガス濃度の有毒ガス防護判断基準値に対する比の最大値を比較した結果、中央制御室に対しては、アンモニアはR-22 の約 128 倍、R-404A の約 700 倍影響が大きく、緊急時対策所に対しては、アンモニアはR-22 の約 83 倍、R-404A の約 556 倍影響が大きいことを確認した。

この結果を踏まえ、女川原子力発電所においては、高圧ガス保安法対象施設については、アンモニアをスクリーニング評価の対象とすることで、R-22及びR-404Aの評価を代表させる。

なお、アンモニアについては、貯蔵状態の詳細についても届出情報からは確認できないことから、屋外に保管されているものとして取り扱う。

表1 女川原子力発電所の可動源整理表

令和3年3月末時点

輸送物	輸送先 (代表例)	荷姿	輸送量		有毒 ガス 判断		調査対象整理			調査 対象
			数値	単位	a	b	1	2	3	
硫酸	硫酸貯槽	タンクローリ	7	m ³	× ^{※2}	×	—	—	—	—
水酸化ナトリウム	苛性ソーダ貯槽	タンクローリ	8	m ³	× ^{※1}	×	—	—	—	—
軽油	1号炉 軽油タンク	タンクローリ	40	kL	× ^{※2}	×	—	—	—	—
ハロン 1301	2号炉 原子炉建屋	ガスボンベ	75	kg	○	—	○	—	—	—
酸素	2号炉 原子炉建屋	ガスボンベ	7	m ³	○	—	○	—	—	—
二酸化炭素	2号炉 制御建屋	ガスボンベ	45	kg	○	—	○	—	—	—
プロパン	焼却炉建屋 付属棟	バルクローリ	5.5	t	○	—	○	—	—	—
アセチレン	ガスボンベ庫 (化学分析用)	ガスボンベ	7	m ³	○	—	○	—	—	—
混合ガス (ヘリウム+イソブタン)	1号炉 制御建屋	ガスボンベ	10	L	○	—	○	—	—	—
六フッ化硫黄	構内変圧器室	ガスボンベ	1	kg	○	—	○	—	—	—
試薬類	1号炉 制御建屋等	ポリ容器 ガラス瓶等	※		—	—	—	○	—	—

a：ガス化する（※1：固体又は固体を溶かした水溶液，※2：揮発性が乏しい液体）

b：エアロゾル化する

1：ボンベ等で運搬される

2：試薬類である

3：開放空間では人体への影響がない

※：詳細は別紙4-7-1 表5 女川原子力発電所の敷地内固定源整理表（試薬類）にて記載

表2 女川原子力発電所の可動源整理表
(製品性状により影響がないことが明らかなもの)

令和3年3月末時点

輸送物	輸送先 (代表例)	荷姿	輸送量		有毒 ガス 判断		調査対象整理			調査 対象
			数値	単位	a	b	1	2	3	
潤滑油	各機器	機器	-	-	-	-	-	-	-	-
	第一油脂倉庫	ドラム缶	-	-	-	-	-	-	-	-
潤滑油 (廃油)	第一油脂倉庫	ドラム缶	-	-	-	-	-	-	-	-
絶縁油	各変圧器	機器	-	-	-	-	-	-	-	-
泡消火薬剤	第1保管エリア	プラスチック製容器	-	-	-	-	-	-	-	-
バッテリー	硫酸	各機器	容器	-	-	-	-	-	-	-
セメント	高炉セメント	1号炉 廃棄物処理建屋	タンクローリ	-	-	-	-	-	-	-
放射性 固体廃棄物	セメント固化体	固体廃棄物 貯蔵所	ドラム缶	-	-	-	-	-	-	-
	充てん固化体			-	-	-	-	-	-	-
酸素呼吸器	各配備場所	ボンベ等	-	-	-	-	-	-	-	-

- a : ガス化する
- b : エアロゾル化する
- 1 : ボンベ等で運搬される
- 2 : 試薬類である
- 3 : 開放空間では人体への影響がない

表3 女川原子力発電所の可動源整理表
(生活用品として一般的に使用されるもの)

令和3年3月末時点

輸送物	輸送先 (代表例)	荷姿	輸送量		有毒 ガス 判断		調査対象整理			調査 対象
			数値	単位	a	b	1	2	3	
生活用品	洗剤, エアコンの冷媒, 殺虫剤, 自動販売機, 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	事務所等	-	-	-	-	-	-	-	-

- a : ガス化する
- b : エアロゾル化する
- 1 : ボンベ等で運搬される
- 2 : 試薬類である
- 3 : 開放空間では人体への影響がない

調査対象外とした有毒化学物質について

今回の有毒ガス防護に係る影響評価においては、ガイドに従って、大気中に多量に放出されるおそれがない物質を調査対象外としているが、これに関し以下のとおり考察した。

有毒ガス防護に係る影響評価においては、調査時点において“有毒化学物質の性状、貯蔵量、貯蔵方法その他の理由により調査対象外としている場合には、その根拠を確認する。”と記載されており、解説-4として、“貯蔵容器が損傷し、容器に貯蔵されている有毒化学物質の全量が流出しても、有毒ガスが大気中に多量に放出されるおそれがないと説明できる場合。（例えば、使用場所が限定されていて貯蔵量及び使用量が少ない試薬等）”と記載されている。そのため、貯蔵容器が損傷し、容器に貯蔵されている有毒化学物質の全量が流出しても、有毒ガスが大気中に多量に放出されるおそれがないものとして、揮発性が乏しくエアロゾル化しないものに加え、①ボンベ等に保管されているもの、②試薬類であるもの、③屋内に保管されるもの、④開放空間での人体への影響がないものを選定している。

これらの除外した有毒化学物質の除外理由は以下のとおりである。

揮発性が低いものについては、そもそも揮発しづらく気中への放出量そのものが小さいため、大気中に多量に放出されるおそれはないとした。ボンベ等に保管されているものについては、漏えい箇所が接続配管であり、少量漏えいとなり、放出後に拡散されるため、大気中に多量に放出されるおそれはないとした。試薬類については、使用場所が限定されていて貯蔵量及び使用量が小さいため、大気中に多量に放出されるおそれはないとした。屋内に保管されているものは、屋内の風量から漏えいが発生してもガス化が促進されることは考えにくく、また放出地点も限定されるため、大気中に多量に放出されるおそれはないとした。開放空間での人体への影響がないものについては、防護判断基準値が高く、人体に影響を与えるのは、密閉空間で放出される場合に限定されるため、人体に影響を与える程度の高濃度で大気中に多量に放出されるおそれはないとした。

このように、これらは大気中に多量に放出されるおそれはないが、漏えいを考慮しても、拡散によって評価地点に到達するまでに濃度が低くなるため、評価地点における濃度は発生場所における濃度よりもさらに小さくなる。

ガイドにおいて調査対象外の考え方が示されているのは、防護措置としての基本的な対応は同じであることから、影響が大きく早期に放出される発生源からの有毒ガスを想定して評価することで、防護措置の妥当性を確認できるものと考えている。

さらに、今回の有毒ガス防護に係る影響評価においては、以下のようにガイドにも保守性として記載されている想定があり、ガイドに従った評価で確認される防護の妥当性を確実なものにしていると考えている。

- ・解説-4の考えで調査対象外としたものを除く固定源に対して、敷地内外の貯蔵施設から同時に全量の有毒化学物質が流出し、有毒ガスが発生することを仮定した上で、

評価地点での濃度評価を実施している。

- 保守性を考慮し、評価方位の隣接方位からの影響も考慮した上で、評価地点における濃度評価を実施している。

他の有毒化学物質等との反応により発生する有毒ガスの考慮について

流出した有毒化学物質と、その周囲にある有毒化学物質等との反応による有毒ガスの発生について評価した。

本評価では、発電所敷地内の貯蔵施設に貯蔵されている化学物質及び敷地内で輸送されている化学物質のうち、液状の有毒化学物質である硫酸、また、貯蔵量、貯蔵状態からみて、有毒ガス防護に係る影響評価上、大気中への多量の放出を考慮する必要がないとしている液状の化学物質について、貯蔵施設から流出した際に接触する他の化学物質との反応により発生する有毒ガスについて評価した。

気体状の化学物質については、一般で使用されている化学物質（プロパン等）のみであり、貯蔵容器からの流出を想定しても、他の有毒化学物質等との反応により、有毒ガス防護に係る影響評価上、大気中への多量の放出を考慮する必要のある有毒ガスを発生させるおそれはないことから評価対象外とする。

貯蔵施設のうち、薬品タンクについては、タンク下部に防液堤が設置されており、流出時においても、貯蔵量の全量を防液堤等内に貯留することができる設計となっていることから、他の薬品との混触は考え難いため評価対象外とする。

一部の薬品タンクについては、同一の防液堤内に設置されており薬品タンクからの薬品の流出を想定すると混触するものがあるが、薬品の組み合わせから、有毒ガスが発生するものはない。

液状の化学物質及び有毒化学物質が流出した際に、貯蔵施設の配置より、混触が考えられる化学物質を想定し、反応による有毒ガスの発生について評価した結果を表 1 に示す。

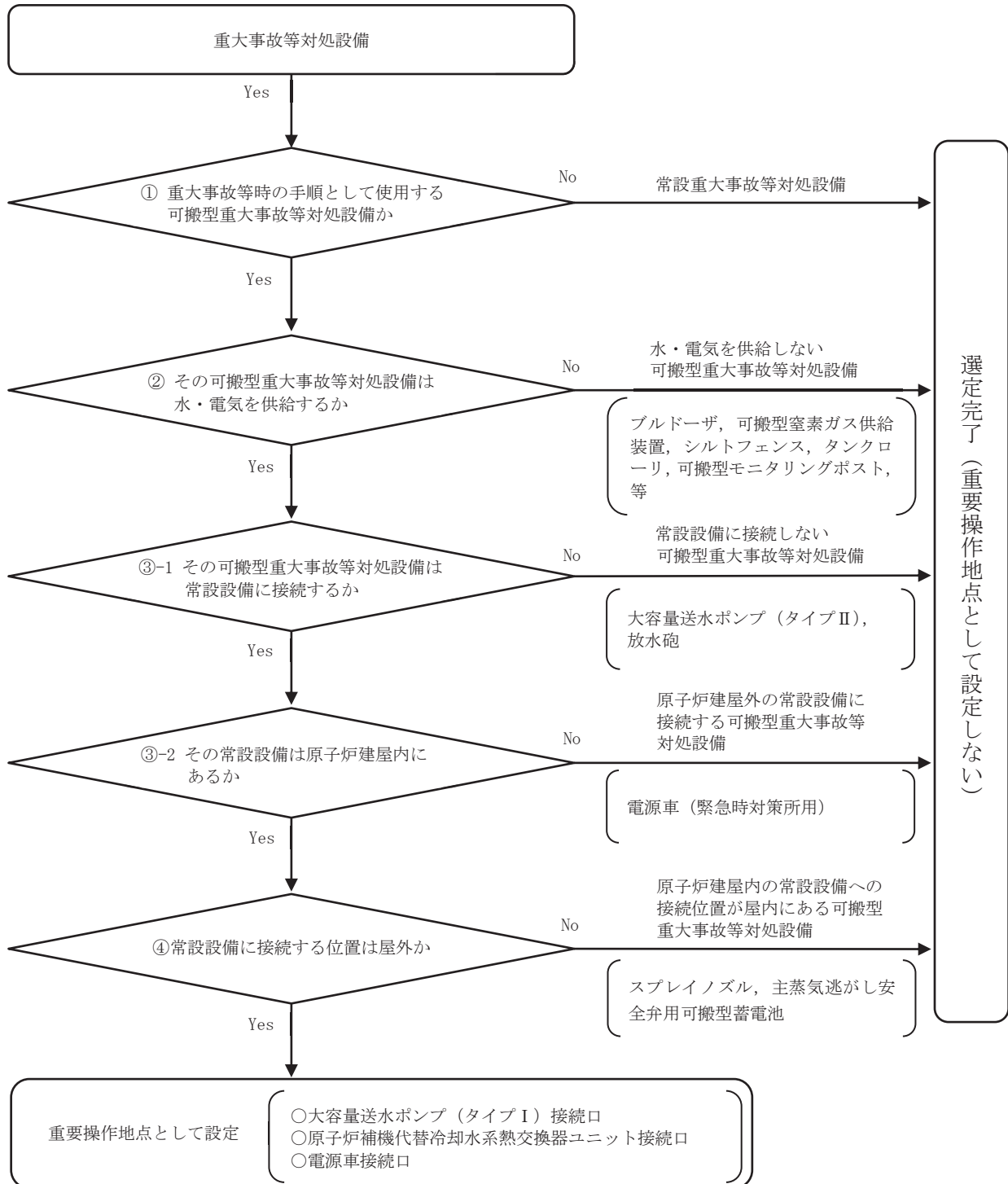
評価の結果、液状の化学物質及び有毒化学物質の流出時における他の有毒化学物質等との接触を考慮しても、有毒ガス防護に係る影響評価上、大気中への多量の放出を考慮する必要のある有毒ガスを発生させるような反応はないことを確認した。

表 1 他の有毒化学物質等との反応により発生する有毒ガスについて

化学物質	混触の可能性のある化学物質との反応	備考
		<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉格納容器フィルタベント系フィルタ装置用
		<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉格納容器フィルタベント系フィルタ装置用

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

重要操作地点の選定フロー



＜選定フローの観点とガイドとの関係＞

観点	ガイドとの関係
①	「重大事故等対処上」とされており、重大事故等時の手順として使用するものを想定していると考えられる。また、重大事故等対処設備として、「可搬型重大事故等対処設備」とされている。
②	「水又は電力を供給するものに限る」とされている。
③-1	「常設設備と接続する」とされている。
③-2	「原子炉建屋の外から」とされており、原子炉建屋内の常設設備に接続することを想定していると考えられる。
④	「屋外に設けられた」とされている。

＜ガイド（抜粋）＞

（11）重要操作地点

重大事故等対処上^①、要員が一定期間とどまり特に重要な操作を行う屋外の地点のことで、常設設備と接続する^{③-1}屋外に設けられた^④可搬型重大事故等対処設備^①（原子炉建屋の外から^{③-2}水又は電力を供給するものに限る。^②）の接続を行う地点をいう。

有毒ガス防護に係る影響評価に使用する気象条件について

女川原子力発電所敷地内において観測した 2012 年 1 月から 2012 年 12 月までの 1 年間の気象データを用いて評価を行うに当たり、当該 1 年間の気象データが、当該気象を除く至近 10 年（2010 年 1 月～2020 年 12 月）の気象データと比較して特に異常な年であるか否かの検討を F 分布検定により実施した。

以下に検定方法及び検討結果を示す。

1. 検定方法

(1) 検定に用いた観測データ

有毒ガス影響評価においては、令和 2 年 2 月 26 日に原子炉設置変更許可を受けた女川原子力発電所発電用原子炉設置変更許可申請書（2 号発電用原子炉施設の変更）の被ばく評価に使用する気象データを使用しており、気象データが特に異常な年であるか否かを確認するに当たっては、被ばく評価で使用する気象データが特に異常な年であるか否かの確認方法と同様に、地上付近の標高 70m の観測データを用いて検定を行った。

なお、検定には、最新気象データ（2010 年 1 月～2020 年 12 月）を用いた。

(2) データ統計期間

検定年：2012 年 1 月～2012 年 12 月

統計年：2010 年 1 月～2020 年 12 月（最新気象データ）

(3) 検定方法

不良標本の棄却検定に関する F 分布検定の手順に従って検定を行った。

2. 検定結果

検定結果は表 1 に示すとおり、地上付近を代表する標高 70m の観測データについては、有意水準 5% で棄却されたのは 1 個であった。以上のことから、評価に使用している気象データは、当該気象を除く至近 10 年（2010 年 1 月～2020 年 12 月）の気象データと比較して特に異常な年ではないものと判断した。

棄却検定表を表 2 から表 3 に示す。

表 1 検定結果

観測項目	棄却数
風向別出現頻度	1 個
風速階級別出現頻度	0 個

表2 棄却検定表（風向）

検定年：敷地内露場（標高70m，地上高10m）2012年1月～2012年12月
 統計年：敷地内露場（標高70m，地上高10m）2010年1月～2020年12月
 （%）

風向	統計年											平均値	検定年 2012	棄却限界		判定 ○採択 ×棄却
	2010	2011	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	上限			下限		
N	6.31	6.34	5.89	6.27	7.16	9.08	7.13	7.37	5.94	6.34	6.78	6.73	9.06	4.50	○	
NNE	2.10	2.52	1.87	1.94	2.95	3.80	2.75	3.94	3.60	4.51	2.99	2.50	5.19	0.80	○	
NE	3.10	3.04	3.13	3.13	4.16	3.12	3.22	2.60	2.51	2.76	3.08	3.24	4.15	2.00	○	
ENE	5.53	4.49	5.27	4.81	5.42	7.19	7.02	7.61	9.28	11.22	6.79	6.13	11.90	1.68	○	
E	5.96	5.05	6.49	5.67	5.63	3.86	4.18	2.71	3.38	3.59	4.66	6.23	7.69	1.64	○	
ESE	2.72	1.66	2.61	1.93	2.55	2.14	2.14	1.77	1.92	1.64	2.11	2.41	3.06	1.17	○	
SE	5.42	4.80	5.40	6.17	5.64	4.40	3.96	3.37	2.77	2.32	4.43	6.49	7.51	1.36	○	
SSE	1.58	1.89	1.74	1.88	2.59	4.21	3.55	3.94	4.19	3.33	2.89	2.19	5.43	0.35	○	
S	3.47	3.81	3.90	4.33	5.40	5.28	3.84	3.76	3.45	2.59	3.99	5.18	5.99	1.98	○	
SSW	7.30	7.15	7.82	5.96	6.16	7.48	7.24	6.85	7.27	6.12	6.93	7.45	8.45	5.41	○	
SW	15.58	15.29	13.35	15.46	15.41	14.38	17.20	14.90	12.88	12.46	14.68	10.95	18.10	11.25	×	
WSW	4.66	4.97	4.37	6.68	8.01	6.54	7.15	7.16	8.06	9.75	6.74	3.99	10.77	2.72	○	
W	11.75	12.46	12.67	12.80	9.68	9.20	10.69	9.21	9.61	8.18	10.62	11.42	14.61	6.63	○	
WNW	9.94	10.11	9.61	8.59	6.23	6.42	7.47	10.98	11.03	10.45	9.08	9.28	13.37	4.79	○	
NW	7.29	8.23	7.36	5.66	3.68	3.51	3.06	3.56	2.70	3.09	4.80	7.52	9.81	-0.21	○	
NNW	2.56	2.24	2.41	2.26	2.71	3.13	2.49	3.46	3.27	3.42	2.80	2.43	3.94	1.66	○	
CALM [※]	4.72	5.95	6.11	6.45	6.60	6.23	6.90	6.79	8.15	8.24	6.62	5.85	9.06	4.17	○	

※：風速0.5m/s未満の静穏状態を指すため、表3の風速0.0～0.4m/sと同義

表3 棄却検定表（風速）

検定年：敷地内露場（標高70m，地上高10m）2012年1月～2012年12月
 統計年：敷地内露場（標高70m，地上高10m）2010年1月～2020年12月
 (%)

統計年 風速(m/s)	2010	2011	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	平均値	検定年 2012	棄却限界		判定 ○採択 ×棄却
													上限	下限	
0.0～0.4	4.72	5.95	6.11	6.45	6.60	6.23	6.90	6.79	8.15	8.24	6.62	5.85	9.06	4.17	○
0.5～1.4	37.31	39.13	40.87	39.27	40.79	37.24	37.29	37.71	36.66	38.17	38.45	38.51	42.02	34.88	○
1.5～2.4	30.35	28.81	28.15	29.73	30.07	31.11	29.23	30.07	26.48	25.69	28.97	30.04	33.10	24.84	○
2.5～3.4	15.22	15.79	14.06	15.21	14.84	14.97	15.68	14.57	14.46	14.45	14.91	15.76	16.24	13.59	○
3.5～4.4	7.46	6.74	6.97	6.22	5.89	6.19	6.87	6.79	7.93	8.10	6.92	6.47	8.66	5.18	○
4.5～5.4	3.35	2.35	2.50	2.22	1.49	2.52	2.49	2.41	3.99	3.35	2.67	2.30	4.35	0.99	○
5.5～6.4	1.17	0.99	0.95	0.63	0.27	1.07	1.01	0.99	1.64	1.29	1.00	0.71	1.87	0.13	○
6.5～7.4	0.33	0.18	0.28	0.21	0.03	0.49	0.40	0.41	0.59	0.43	0.34	0.21	0.72	-0.05	○
7.5～8.4	0.08	0.05	0.09	0.03	0.01	0.17	0.09	0.19	0.08	0.20	0.10	0.10	0.25	-0.06	○
8.5～9.4	0.00	0.01	0.02	0.01	0.00	0.01	0.04	0.05	0.02	0.06	0.02	0.03	0.07	-0.02	○
9.5以上	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	-0.01	○

参考資料 発生源周辺の気象データを用いた場合の影響について

女川原子力発電所では、敷地外固定源（アンモニア）からの有毒ガスの発生を想定し、女川原子力発電所において観測された気象データ（2012年1月～2012年12月）を用いたスクリーニング評価を実施し、隣接方位を含めた有毒ガス濃度の合計が最大となる場合でも、評価点における有毒ガス濃度がアンモニアの有毒ガス防護判断基準値（300ppm）を超えないことを確認している。

また、発生源周辺の気象観測所である石巻特別地域気象観測所において観測された気象データ（2012年1月～2012年12月）を用いた場合についても参考的に確認した。

確認に当たり、女川原子力発電所において観測された気象データと石巻特別地域気象観測所において観測された気象データの風向及び風速について比較を行った。

また、石巻特別地域気象観測所の当該1年間の気象データが、当該気象を除く至近10年（2010年1月～2020年12月）の気象データと比較して特に異常な年であるか否かの検討をF分布検定により実施した。

なお、石巻特別地域気象観測所は、女川原子力発電所の最寄りの気象官署であり、当該観測所の気象観測データは、女川原子力発電所が立地する地方の一般気象を求めるのに使用されている。石巻特別地域気象観測所の位置を図1に示す。



図1 石巻特別地域気象観測所の位置

1. 風向及び風速の比較

女川原子力発電所と石巻特別地域気象観測所における風配図の比較結果及び風速階級別出現頻度の比較結果を図2及び図3に示す。

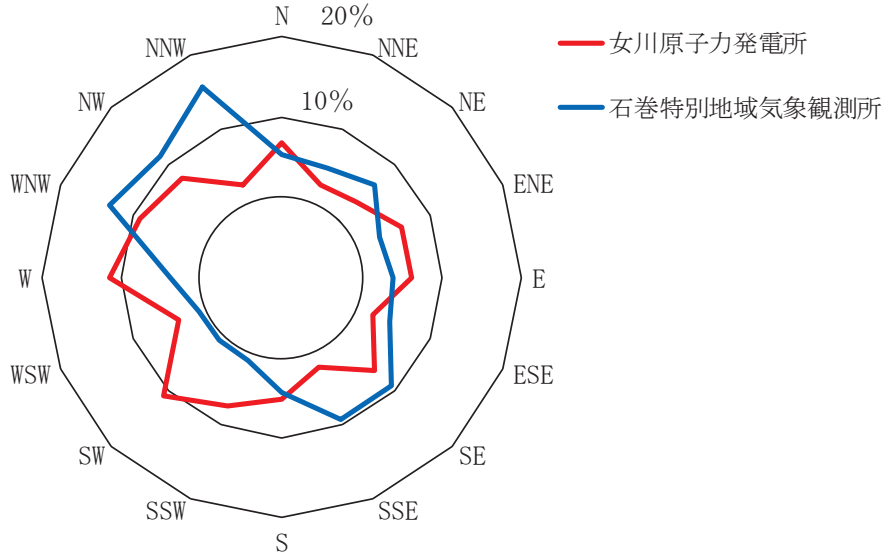
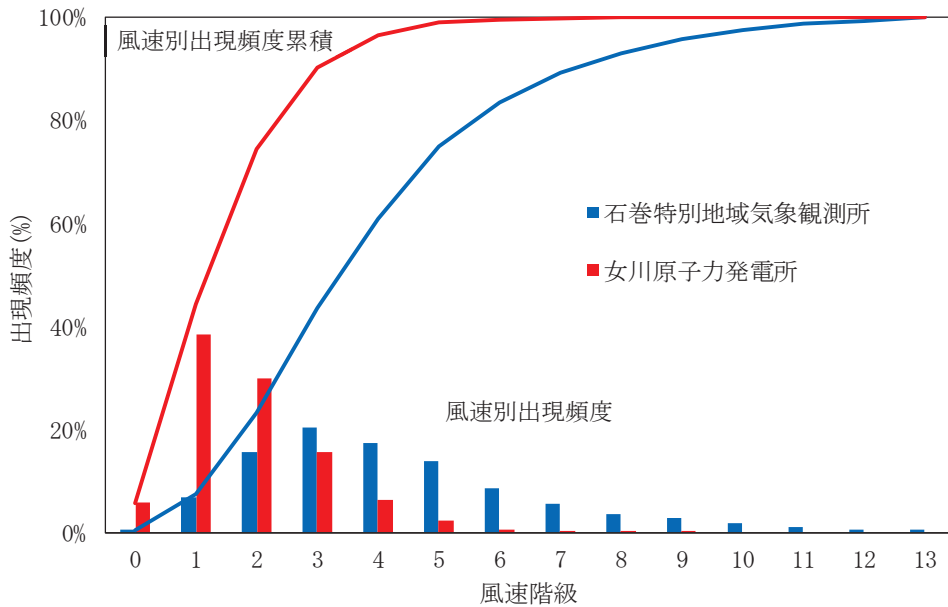


図2 風配図の比較結果



(凡例)

風速階級	0	1	2	3	4	5	6
風速(m/s)	0~0.4	0.5~1.4	1.5~2.4	2.5~3.4	3.5~4.4	4.5~5.4	5.5~6.4
風速階級	7	8	9	10	11	12	13
風速(m/s)	6.5~7.4	7.5~8.4	8.5~9.4	9.5~10.4	10.5~11.4	11.5~12.4	12.5以上

図3 風速階級別出現頻度の比較結果

2. F 分布検定

(1) データ統計期間

検定年：2012 年 1 月～2012 年 12 月

統計年：2010 年 1 月～2020 年 12 月（最新気象データ）

(2) 検定結果

検定結果は表 1 に示すとおり，地上付近を代表する標高 43m の観測データについては，有意水準 5% で棄却されたのは 1 個であった。

このため，検定年の気象データは，統計年の気象データと比較して特に異常な年ではないものと判断した。

棄却検定表を表 2 から表 3 に示す。

表 1 検定結果

観測項目	棄却数
風向別出現頻度	1 個
風速階級別出現頻度	0 個

表 2 棄却検定表 (風向)

検定年：石巻特別地域気象観測所 (標高 43m, 地上高 28.6m) 2012 年 1 月～2012 年 12 月
 統計年：石巻特別地域気象観測所 (標高 43m, 地上高 28.6m) 2010 年 1 月～2020 年 12 月
 (%)

風 向	統計年											平均値	検定年 2012	棄却限界		判定 ○採択 ×棄却
	2010	2011	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	上限			下限		
N	6.46	6.53	5.06	5.54	6.00	7.13	6.83	8.91	7.08	6.26	6.58	5.38	9.07	4.10	○	
NNE	4.90	4.56	3.84	4.45	4.39	4.53	4.08	4.90	4.59	4.81	4.50	4.78	5.32	3.69	○	
NE	6.43	6.36	6.35	5.86	5.93	7.38	6.14	5.93	7.18	7.01	6.46	6.41	7.76	5.16	○	
ENE	3.44	2.84	3.00	3.23	3.28	4.13	4.48	4.67	4.43	4.49	3.80	3.22	5.48	2.13	○	
E	4.07	2.64	4.37	3.90	3.85	3.27	3.84	2.90	3.27	4.58	3.67	3.89	5.16	2.17	○	
ESE	4.20	2.99	4.02	4.19	4.10	3.54	3.54	3.48	3.80	4.05	3.79	4.67	4.73	2.85	○	
SE	8.12	9.17	8.99	7.83	7.47	8.90	6.99	5.87	6.84	7.77	7.79	9.31	10.30	5.29	○	
SSE	9.87	9.21	8.62	8.89	9.29	7.97	8.92	9.10	8.99	9.12	9.00	9.33	10.15	7.84	○	
S	5.69	5.84	3.81	4.65	5.78	4.55	5.21	5.28	5.49	4.69	5.10	4.38	6.66	3.54	○	
SSW	1.72	1.97	1.27	1.27	1.46	2.05	1.83	1.59	1.82	1.32	1.63	1.23	2.32	0.94	○	
SW	1.27	1.32	1.27	1.47	0.96	1.49	1.28	1.53	1.63	1.24	1.35	1.17	1.80	0.89	○	
WSW	1.39	1.45	1.38	1.42	1.42	1.47	1.48	1.48	1.37	1.44	1.43	1.22	1.53	1.33	×	
W	3.44	4.51	5.36	4.89	2.81	3.07	3.33	2.58	2.81	3.69	3.65	3.97	5.92	1.38	○	
WNW	10.84	14.06	15.20	14.87	13.09	11.86	13.12	10.22	12.24	11.80	12.73	13.35	16.64	8.82	○	
NW	11.35	10.70	12.08	10.96	13.24	12.80	12.85	12.32	12.66	11.98	12.10	11.35	14.12	10.08	○	
NNW	16.25	15.20	14.65	15.92	16.69	15.73	15.79	19.02	15.57	15.34	16.02	15.77	18.86	13.18	○	
CALM [※]	0.55	0.66	0.71	0.65	0.22	0.11	0.31	0.23	0.22	0.42	0.41	0.57	0.93	-0.11	○	

※：風速 0.5m/s 未満の静穏状態を指すため、表 3 の風速 0.0～0.4m/s と同義

表3 棄却検定表（風速）

検定年：石巻特別地域気象観測所（標高43m，地上高28.6m）2012年1月～2012年12月
 統計年：石巻特別地域気象観測所（標高43m，地上高28.6m）2010年1月～2020年12月
 (%)

統計年 風速(m/s)	2010	2011	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	平均値	検定年 2012	棄却限界		判定 ○採択 ×棄却
													上限	下限	
0.0～0.4	0.55	0.66	0.71	0.65	0.22	0.11	0.31	0.23	0.22	0.42	0.41	0.57	0.93	-0.11	○
0.5～1.4	8.01	8.88	8.05	7.61	6.08	5.35	6.42	6.11	6.66	7.21	7.04	6.94	9.65	4.43	○
1.5～2.4	17.61	16.48	16.61	15.68	15.56	15.60	17.07	15.78	17.14	18.45	16.60	15.75	18.92	14.28	○
2.5～3.4	20.86	19.98	21.15	19.92	20.45	20.31	21.67	22.03	20.69	22.20	20.93	20.32	22.87	18.99	○
3.5～4.4	17.90	18.49	17.24	18.35	18.86	19.32	17.96	19.73	18.47	18.82	18.51	17.40	20.23	16.80	○
4.5～5.4	13.23	12.40	11.75	12.80	13.58	14.79	12.65	14.19	12.14	12.55	13.01	13.97	15.25	10.77	○
5.5～6.4	7.81	7.59	7.63	7.86	9.03	9.26	8.60	8.40	8.33	7.30	8.18	8.61	9.72	6.64	○
6.5～7.4	4.87	4.95	5.27	5.55	5.53	5.69	5.85	5.05	5.13	4.81	5.27	5.72	6.14	4.40	○
7.5～8.4	3.50	3.81	4.04	3.79	3.62	3.86	3.88	3.49	3.92	3.14	3.71	3.71	4.34	3.07	○
8.5～9.4	2.50	2.61	2.94	3.07	2.96	2.17	2.28	2.24	2.99	2.09	2.58	2.83	3.49	1.68	○
9.5以上	3.18	4.16	4.61	4.70	4.09	3.53	3.31	2.75	4.32	3.01	3.76	4.19	5.42	2.11	○

3. 有毒ガス濃度の評価

石巻特別地域気象観測所の当該1年間の気象データを用いて、中央制御室外気取入口及び緊急時対策所外気取入口における有毒ガス濃度の評価を実施した。

評価条件は、女川原子力発電所敷地内において観測した2012年1月から2012年12月までの1年間の気象データを用いた評価と同じとした。

ただし、大気安定度については、石巻特別地域気象観測所においては、気象データのうち大気安定度に係る観測記録がないことから、安定度が高く保守的な評価結果を与える大気安定度Fを使用している。

石巻特別地域気象観測所における気象データを用いて評価点における有毒ガス濃度の評価した結果を表4に示す。

評価の結果、石巻特別地域気象観測所における気象データを用いた評価の結果のうち、隣接方位を含めた有毒ガス濃度の合計が最大となる場合でも、評価点における有毒ガス濃度は、いずれもアンモニアの有毒ガス防護判断基準値(300ppm)を超えず、女川原子力発電所における気象データを用いた場合の評価結果に影響を与えないことを確認した。

表4 評価点における有毒ガス濃度の評価結果

評価点	敷地外固定源	評価点から発生源を見た方位	大気安定度	隣接方位を含めた有毒ガス濃度の合計の最大値 ^{※1} (ppm)	防護判断基準値(ppm)	評価
中央制御室	アンモニア③	ESE	F	3.9×10^0	300	影響なし
	アンモニア①②	NW	F	2.3×10^1	300	影響なし
	アンモニア④	NNW	F	2.3×10^1	300	影響なし
緊急時対策所	アンモニア③	ESE	F	2.8×10^0	300	影響なし
	アンモニア②	NW	F	2.6×10^1	300	影響なし
	アンモニア①④	NNW	F	2.6×10^1	300	影響なし

※1：有効数字3桁目を切り上げ

選定した解析モデル（ガウスプルームモデル）の適用性について

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」（以下「気象指針」という。）及び「原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について（内規）（平成21・07・27 原院第1号（平成21年8月12日原子力安全・保安院制定）」（以下「被ばく評価手法（内規）」という。）に示されるガウスプルームモデルを用いた。

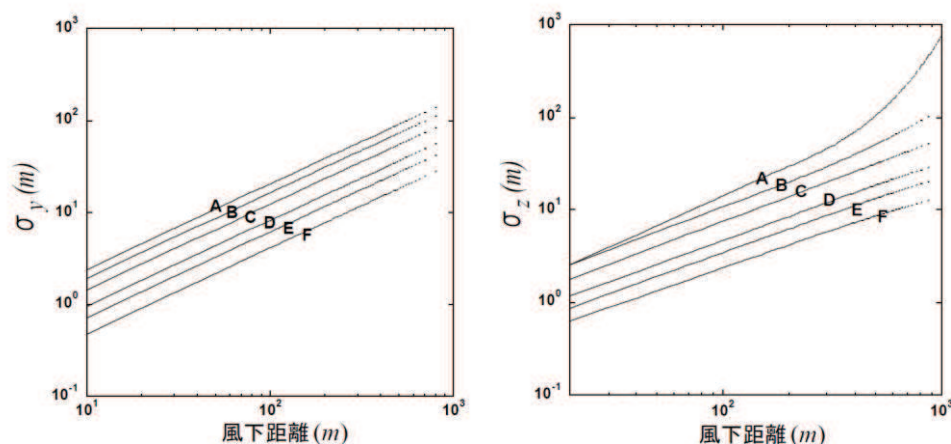
○解析モデルの適用性について

ガウスプルームモデルは、風向、風速、その他の気象条件が全て一様に定常であって、放射性物質が放出源から定常的に放出され、かつ、地形が平坦であるとした場合に、放射性物質の空間濃度分布が水平方向、鉛直方向ともに正規分布になると仮定された拡散式を基礎として作成されたものである。

有毒ガス防護に係る影響評価は、これまで実施している中央制御室の居住性に係る被ばく評価と比較して、拡散する物質が放射性物質と有毒ガスの違いはあるが、放出源と評価点との位置関係が同様（比較的近距離）である。

このため、有毒ガス防護に係る影響評価においても被ばく評価と同様に、被ばく評価手法（内規）に準じた大気拡散の評価を行っている。拡散パラメータである拡散幅は、100m以内の近傍での大気拡散を評価している被ばく評価と同様に、被ばく評価手法（内規）の σ_y 、 σ_z を適用している。

※被ばく評価手法（内規）抜粋



(a) y 方向の拡がりのパラメータ(σ_y) (b) z 方向の拡がりのパラメータ(σ_z)

図 5.10 濃度の拡がりのパラメータ

被ばく評価手法（内規）は、気象指針と同様のガウスプルームモデルを放出点近傍に適用したものであり、各種の保守的な評価条件を設定することが示されている。

スクリーニング評価における大気拡散評価においてもこれらの保守的な条件を設定している。

具体的には、評価点が放出点と同じ高さに存在すること、有毒ガスの発生源であるタンク等構造物自身を除いた建屋による巻き込みの影響がある場合には、影響が最も大きいと考えられる1つの建屋を代表建屋とし、複数の風向からの影響を考慮したうえで、仮想的にそれらの風向の風下に評価点が存在するとした保守的な評価としている。

したがって、中央制御室の居住性に係る被ばく評価と同様に、有毒ガス防護に係る影響評価においてガウスプルームモデルを用いること及び100m以内に当該モデルを適用することに問題はない。

○放出量の時間変動について

スクリーニング評価における大気拡散評価において、放出量の時間変化は考慮していない。

これは、ガウスプルームモデルでは拡散の計算において時間の概念がなく、一般的には定常放出されたものが評価点に瞬時に到達するという評価をしているためであり、時間遅れなく有毒ガスが評価点に到達するとした保守的な想定となっている。

原子炉施設周辺の建屋影響による拡散の影響について

有毒ガス防護に係る影響評価における大気拡散については、旧原子力安全・保安院が制定した「原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について（内規）」（以下「被ばく評価手法（内規）」という）に準じて評価をしている。この内規は、LOCA時の排気筒やSGTR時の大気放出弁という中央制御室から比較的近距离の放出点からの放射性物質の放出を想定した場合での中央制御室の居住性を評価するための評価手法等を定めたものであり、評価の前提となる評価点と放出点の位置関係など有毒ガスの大気拡散の評価においても相違ないため、適用できる。

1. 原子炉施設周辺の建屋影響による拡散

放出点から比較的近距离の場所では、建屋の風下側における風の巻き込みによる影響が顕著となると考えられ、放出点と巻き込みを生じる建屋及び評価点との位置関係によっては、建屋の影響を考慮して大気拡散の計算をする必要がある。

中央制御室等の有毒ガス防護に係る影響評価においては、放出点と巻き込みを生じる建屋及び評価点との位置関係について、以下に示す条件全てに該当した場合、放出点から放出された有毒ガスは建屋の風下側で巻き込みの影響を受け拡散し、評価点に到達するものとする。放出点から評価点までの距離は、保守的な評価となるように水平距離を用いる。

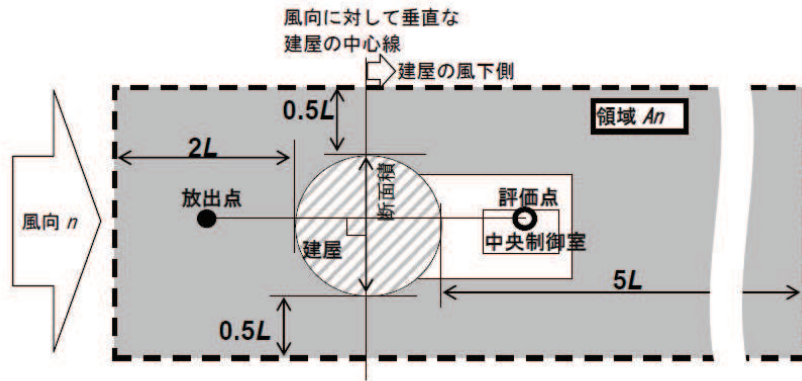
- 1) 放出点の高さが建屋の高さの2.5倍に満たない場合
- 2) 放出点と評価点を結んだ直線と平行で放出点を風上とした風向nについて、放出点の位置が風向nと建屋の投影形状に応じて定まる一定の範囲（図1の領域An）の中にある場合
- 3) 評価点が、巻き込みを生じる建屋の風下側にある場合

上記の三つの条件のうちの一つでも該当しない場合には、建屋の影響はないものとして大気拡散評価を行うものとする。

建屋の影響の有無の判断手順を図2に示す。

また、建屋巻き込みを生じる建屋として、放出源の近隣に存在する全ての建屋が対象となるが、巻き込みの影響が最も大きいと考えられる一つの建屋を代表として選定する。

評価点を中央制御室外気取入口とした場合を例に、各放出点において建屋影響の有無、建屋巻き込みを考慮する代表建屋の選定の考え方について示す。



注:L 建屋又は建屋群の風向に垂直な面での高さ又は幅の小さい方

図1 建屋影響を考慮する条件（水平断面での位置関係）
（被ばく評価手法（内規）図5.1）

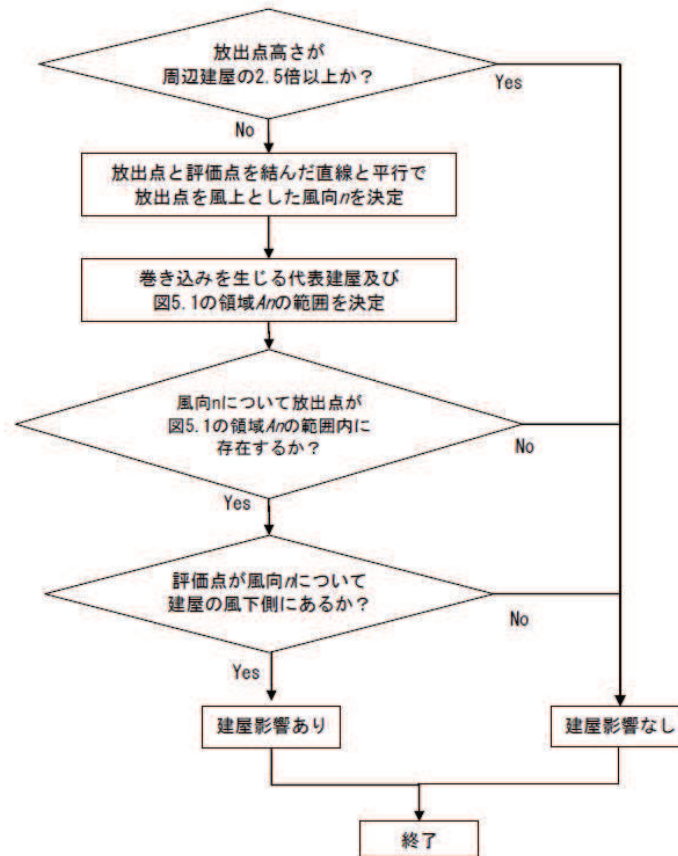


図2 建屋影響の判断手順
（被ばく評価手法（内規）図5.2）

参考資料 被ばく評価手法（内規）の適用の考え方

有毒ガス防護に係る影響評価における大気拡散評価において、これまでに実施した中央制御室等の被ばく評価における放出点と評価点と周辺建屋の設置状況の類似性から、被ばく評価と同様に、「原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について（内規）（平成21・07・27原院第1号 平成21年8月12日）」（以下「被ばく評価手法（内規）」という。）に準じて評価を行っている。有毒ガス防護に係る影響評価における大気拡散評価について、評価点を中央制御室とした場合における被ばく評価手法（内規）への適用の考え方、評価条件設定の考え方を以下に示す。

被ばく評価手法（内規）	有毒ガス防護に係る影響評価における評価条件設定の考え方																								
<p>5. 大気拡散の評価</p> <p>5.1 放射性物質の大気拡散</p> <p>5.1.1 大気拡散の計算式</p> <p>大気拡散モデルについては、国内の既存の中央制御室と大きく異なる設計の場合には適用しない。</p> <p>(1) 建屋の影響を受けない場合の基本拡散式【解説5.1】</p> <p>a) ガウスプルームモデルの適用</p> <p>1) ガウスプルームモデル</p> <p>放射性物質の空気中濃度は、放出源高さ、風向、風速、大気安定度に応じて、空間濃度分布が水平方向、鉛直方向ともに正規分布になると仮定した次のガウスプルームモデル^(参3)を適用して計算する。</p> $\chi(x,y,z) = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z U} \exp\left(-\lambda \frac{x}{U}\right) \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \times \left[\exp\left\{-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right\} \right] \dots\dots\dots (5.1)$ <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>$\chi(x,y,z)$</td> <td>: 評価点(x,y,z)の放射性物質の濃度</td> <td>(Bq/m³)</td> </tr> <tr> <td>Q</td> <td>: 放射性物質の放出率</td> <td>(Bq/s)</td> </tr> <tr> <td>U</td> <td>: 放出源を代表する風速</td> <td>(m/s)</td> </tr> <tr> <td>λ</td> <td>: 放射性物質の崩壊定数</td> <td>(1/s)</td> </tr> <tr> <td>z</td> <td>: 評価点の高さ</td> <td>(m)</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>: 放射性物質の放出源の高さ</td> <td>(m)</td> </tr> <tr> <td>σ_y</td> <td>: 濃度のy方向の拡がりのパラメータ</td> <td>(m)</td> </tr> <tr> <td>σ_z</td> <td>: 濃度のz方向の拡がりのパラメータ</td> <td>(m)</td> </tr> </table> <p>拡散式の座標は、放出源直下の地表を原点に、風下方向をx軸、その直角方向をy軸、鉛直方向をz軸とする直角座標である。</p> <p>2) 保守性を確保するために、通常、放射性物質の核崩壊による減衰項は計算しない。</p>	$\chi(x,y,z)$: 評価点(x,y,z)の放射性物質の濃度	(Bq/m ³)	Q	: 放射性物質の放出率	(Bq/s)	U	: 放出源を代表する風速	(m/s)	λ	: 放射性物質の崩壊定数	(1/s)	z	: 評価点の高さ	(m)	H	: 放射性物質の放出源の高さ	(m)	σ_y	: 濃度のy方向の拡がりのパラメータ	(m)	σ_z	: 濃度のz方向の拡がりのパラメータ	(m)	<p>5.1.1 → 内規のとおり</p> <p>女川原子力発電所2号炉の有毒ガス防護に係る影響評価における大気拡散の評価においては、被ばく評価手法（内規）に準じた評価を実施している。</p> <p>(1) a) 1) 有毒ガスの空気中濃度は、示されたガウスプルームモデルにて評価している。</p> <p>(1) a) 2) 放射性物質の核崩壊による減衰項は評価しない。</p>
$\chi(x,y,z)$: 評価点(x,y,z)の放射性物質の濃度	(Bq/m ³)																							
Q	: 放射性物質の放出率	(Bq/s)																							
U	: 放出源を代表する風速	(m/s)																							
λ	: 放射性物質の崩壊定数	(1/s)																							
z	: 評価点の高さ	(m)																							
H	: 放射性物質の放出源の高さ	(m)																							
σ_y	: 濃度のy方向の拡がりのパラメータ	(m)																							
σ_z	: 濃度のz方向の拡がりのパラメータ	(m)																							

被ばく評価手法（内規）	有毒ガス防護に係る影響評価における評価条件設定の考え方
<p>すなわち、(5.1)式で、核崩壊による減衰項を次のとおりとする。</p> $\exp\left(-\lambda \frac{x}{U}\right) = 1 \dots\dots\dots (5.2)$ <p>b) σ_y及びσ_zは、中央制御室が設置されている建屋が、放出源から比較的近距離にあることを考えて、5.1.3項に示す方法で計算する。</p> <p>c) 気象データ 風向、風速、大気安定度等の観測項目を、現地において少なくとも1年間観測して得られた気象資料を拡散式に用いる。放出源の高さにおける気象データが得られている場合にはそれを活用してよい。</p> <p>(2) 建屋影響を受ける場合の基本拡散式【解説5.2】</p> <p>a) 中央制御室評価で特徴的な近距離の建屋の影響を受ける場合には、(5.1)式の通常の大気拡散による拡がりのパラメータであるσ_y及びσ_zに、建屋による巻き込み現象による初期拡散パラメータσ_{y0}、σ_{z0}を加算した総合的な拡散パラメータΣ_y、Σ_zを適用する。</p> <p>1) 建屋影響を受ける場合は、次の(5.3)式を基本拡散式とする。</p>	<p>(1) b) σ_y及びσ_zは、5.1.3項に示された方法で評価している。</p> <p>(1) c) 風向、風速、大気安定度等の観測項目を、現地において少なくとも1年間観測して得られた気象資料を拡散式に用いて、評価している。</p> <p>(2) a) 建屋影響を受ける建屋がないことから、建屋による巻き込み現象による影響は考慮していない。</p> <p>(2) a) 1) 建屋影響は考慮していない。</p>

被ばく評価手法（内規）	有毒ガス防護に係る影響評価における評価条件設定の考え方
$\chi(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi \sum_y \cdot \sum_z U} \exp\left(-\lambda \frac{x}{U}\right) \exp\left[-\frac{y^2}{2\sum_y^2}\right] \times \left[\exp\left[-\frac{(z-H)^2}{2\sum_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(z+H)^2}{2\sum_z^2}\right] \right] \dots\dots\dots (5.3)$ $\sum_y^2 = \sigma_{y0}^2 + \sigma_y^2, \quad \sum_z^2 = \sigma_{z0}^2 + \sigma_z^2$ $\sigma_{y0}^2 = \sigma_{z0}^2 = \frac{cA}{\pi}$ <p> $\chi(x, y, z)$: 評価点 (x, y, z) の放射性物質の濃度 (Bq/m³) Q : 放射性物質の放出率 (Bq/s) U : 放出源を代表する風速 (m/s) λ : 放射性物質の崩壊定数 (1/s) z : 評価点の高さ (m) H : 放射性物質の放出源の高さ (m) \sum_y : 建屋の影響を加算した濃度の y 方向の拡がりのパラメータ (m) \sum_z : 建屋の影響を加算した濃度の z 方向の拡がりのパラメータ (m) σ_y : 濃度の y 方向の拡がりのパラメータ (m) σ_z : 濃度の z 方向の拡がりのパラメータ (m) σ_{y0} : 建屋による巻込み現象による y 方向の初期拡散パラメータ (m) σ_{z0} : 建屋による巻込み現象による z 方向の初期拡散パラメータ (m) A : 建屋などの風向方向の投影面積 (m²) c : 形状係数 (-) </p> <p>2) 保守性を確保するために、通常、放射性物質の核崩壊による減衰項は計算しない。 すなわち、(5.3)式で、核崩壊による減衰項を次のとおりとする。これは、(5.2)式の場合と同じである。</p>	<p>(2) a) 2) 放射性物質の核崩壊による減衰項は評価していない。</p>

被ばく評価手法（内規）	有毒ガス防護に係る影響評価における評価条件設定の考え方
$\exp\left(-\lambda \frac{x}{U}\right) = 1$ <p>b) 形状係数cの値は、特に根拠が示されるもののほかは原則として1/2を用いる。これは、Giffordにより示された範囲 ($1/2 < c < 2$) において保守的に最も大きな濃度を与えるためである。</p> <p>c) 中央制御室の評価においては、放出源又は巻き込みを生じる建屋から近距離にあるため、拡散パラメータの値は σ_{y0}, σ_{z0} が支配的となる。このため、(5.3)式の計算で、$\sigma_y=0$ 及び $\sigma_z=0$ として、σ_{y0}, σ_{z0} の値を適用してもよい。</p> <p>d) 気象データ 建屋影響は、放出源高さから地上高さに渡る気象条件の影響を受けるため、地上高さに相当する比較的低風速の気象データ（地上10m高さで測定）を採用するのは保守的かつ適切である。</p> <p>e) 建屋影響を受ける場合の条件については、「5.1.2 原子炉施設周辺の建屋影響による拡散」に従う。</p> <p>(3) 建屋影響を受ける場合の基本拡散式の適用について</p> <p>a) (5.3)式を適用する場合、「5.1.2 原子炉施設周辺の建屋影響による拡散」の(1), a)の放出源の条件に応じて、原子炉施設周辺の濃度を、次のb)又はc)の方法によって計算する。</p> <p>b) 放出源の高さで濃度を計算する場合</p> <p>1) 放出源と評価点で高度差がある場合には、評価点高さを放出源高さとして ($z=H$, $H>0$) , (5.4)式で濃度を求める【解説5.3】 【解説5.4】。</p>	<p>(2) b) 建屋影響は考慮していない。</p> <p>(2) c) 建屋影響は考慮していない。</p> <p>(2) d) 建屋影響は考慮していない。</p> <p>(2) e) 建屋影響は考慮していない。</p> <p>(3) a) 建屋影響は考慮していない。</p> <p>(3) b) 1) 有毒ガス防護に係る影響評価において放出源となる敷地外固定源（アンモニア）は、放出源の高さが地表面に近い場合、地上放出として計算している。よって、放出源の高さで濃度を計算していない。</p>

被ばく評価手法（内規）

有毒ガス防護に係る影響評価における評価条件設定の考え方

$$\chi(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi \sum_y \cdot \sum_z U} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sum_y^2}\right) \cdot \left[1 + \exp\left\{-\frac{(2H)^2}{2\sum_z^2}\right\}\right] \dots\dots (5.4)$$

- $\chi(x, y, z)$: 評価点(x, y, z)の放射性物質の濃度 (Bq/m³)
- Q : 放射性物質の放出率 (Bq/s)
- U : 放出源を代表する風速 (m/s)
- H : 放射性物質の放出源の高さ (m)
- \sum_y : 建屋の影響を加算した
濃度のy方向の拡がりのパラメータ (m)
- \sum_z : 建屋の影響を加算した
濃度のz方向の拡がりのパラメータ (m)

2) 放出源の高さが地表面よりも十分離れている場合には、地表面からの反射による濃度の寄与が小さくなるため、右辺の指数減衰項は1に比べて小さくなることを確認できれば、無視してよい【解説5.5】。

c) 地上面の高さで濃度を計算する場合
放出源及び評価点が地上面にある場合 (z=0, H=0) ,
地上面の濃度を適用して、(5.5)式で求める【解説5.3】
【解説5.4】。

$$\chi(x, y, 0) = \frac{Q}{\pi \sum_y \cdot \sum_z U} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sum_y^2}\right) \dots\dots\dots (5.5)$$

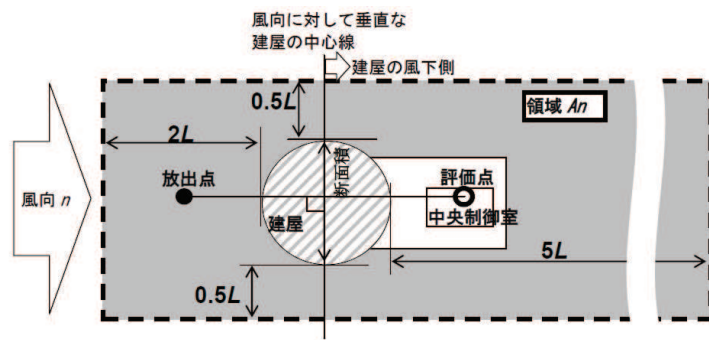
- $\chi(x, y, 0)$: 評価点(x, y, 0)の放射性物質の濃度 (Bq/m³)
- Q : 放射性物質の放出率 (Bq/s)
- U : 放出源を代表する風速 (m/s)
- \sum_y : 建屋の影響を加算した
濃度のy方向の拡がりのパラメータ (m)
- \sum_z : 建屋の影響を加算した
濃度のz方向の拡がりのパラメータ (m)

(3) c) 有毒ガス防護に係る影響評価において放出源となる敷地外固定源（アンモニア）は、放出源の高さが地表面に近い場合、地上放出として計算している。評価点は地上面には存在していないが、放出源高さと合わせ、放出源及び評価点が地上面にある場合 (z=0, H=0)として、地上面の濃度を適用して、(5.5)式で評価している。

被ばく評価手法（内規）	有毒ガス防護に係る影響評価における評価条件設定の考え方
<p>5.1.2 原子炉施設周辺の建屋影響による拡散</p> <p>(1) 原子炉施設の建屋後流での巻き込みが生じる場合の条件</p> <p>a) 中央制御室のように、事故時の放射性物質の放出点から比較的近距離の場所では、建屋の風下側における風の巻き込みによる影響が顕著となると考えられる。そのため、放出点と巻き込みを生じる建屋及び評価点との位置関係によっては、建屋の影響を考慮して大気拡散の計算をする必要がある。</p> <p>中央制御室の被ばく評価においては、放出点と巻き込みを生じる建屋及び評価点との位置関係について、以下に示す条件すべてに該当した場合、放出点から放出された放射性物質は建屋の風下側で巻き込みの影響を受け拡散し、評価点に到達するものとする。</p> <p>放出点から評価点までの距離は、保守的な評価となるように水平距離を用いる。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 放出点の高さが建屋の高さの2.5倍に満たない場合 2) 放出点と評価点を結んだ直線と平行で放出点を風上とした風向n について、放出点の位置が風向n と建屋の投影形状に応じて定まる一定の範囲(図5.1の領域An)の中にある場合 3) 評価点が、巻き込みを生じる建屋の風下側にある場合 <p>上記の三つの条件のうちの一つでも該当しない場合には、建屋の影響はないものとして大気拡散評価を行うものとする^(参4)。</p> <p>ただし、放出点と評価点が隣接するような場合の濃度予測には適用しない。</p>	<p>5.1.2 → 被ばく評価手法（内規）に準じて設定</p> <p>(1) a) 中央制御室の有毒ガス防護に係る影響評価においては、放出点と巻き込みを生じる建屋及び評価点との位置関係について、示された条件に該当しないため、建屋影響は考慮していない。</p>

被ばく評価手法（内規）

建屋の影響の有無の判断手順を、図5.2に示す。



注:L 建屋又は建屋群の風向に垂直な面での高さ又は幅の小さい方

図 5.1 建屋影響を考慮する条件(水平断面での位置関係)

b) 実験等によって、より具体的な最新知見が得られた場合、例えば風洞実験の結果から建屋の影響を受けていないことが明らかになった場合にはこの限りではない。

有毒ガス防護に係る影響評価における評価条件設定の考え方

→ 放出点と評価点の組み合わせごとに、図5.1のように建屋影響を考慮する条件を確認し、建屋巻き込みの影響がないことを確認している。

(1) b) 実験等により、より具体的な最新知見を持ち合わせていないため、5.1.2(1) a)にしたがって評価している。

被ばく評価手法（内規）

有毒ガス防護に係る影響評価における評価条件設定の考え方

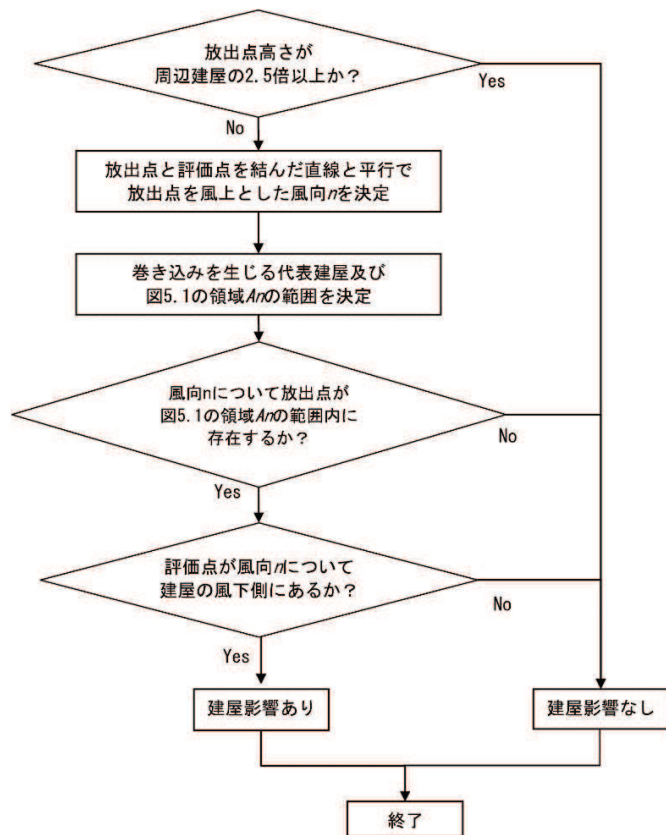


図 5.2 建屋影響の有無の判断手順

(2) 建屋後流の巻き込みによる放射性物質の拡散の考え方
 a) 「5.1.2 原子炉施設周辺の建屋影響による拡散」(1)a) 項で、建屋後流での巻き込みが生じると判定された場合、プルームは、通常の大気拡散によって放射性物質が拡がる前に、巻き込み現象によって放射性物質の拡散が行われたと考える。

→図5.2 に沿って、建屋影響の有無の判断を行っている。

2) a) 建屋影響は考慮していない。

被ばく評価手法（内規）

有毒ガス防護に係る影響評価における評価条件設定の考え方

このような場合には、風下着目方位を1 方位のみとせず、複数方位を着目方位と見込み、かつ、保守的な評価となるよう、すべての評価対象方位について風下中心軸上の最大濃度を用いる。

- b) この場合の拡散パラメータは、建屋等の投影面積の関数であり、かつ、その中での濃度分布は正規分布と仮定する。

建屋影響を受けない通常の拡散の基本式(5.1)式と同様、建屋影響を取入れた基本拡散式(5.3)式も正規分布を仮定しているが、建屋の巻き込みによる初期拡散効果によって、ゆるやかな分布となる。（図5.3）

- (2) b) 建屋影響は考慮していない。

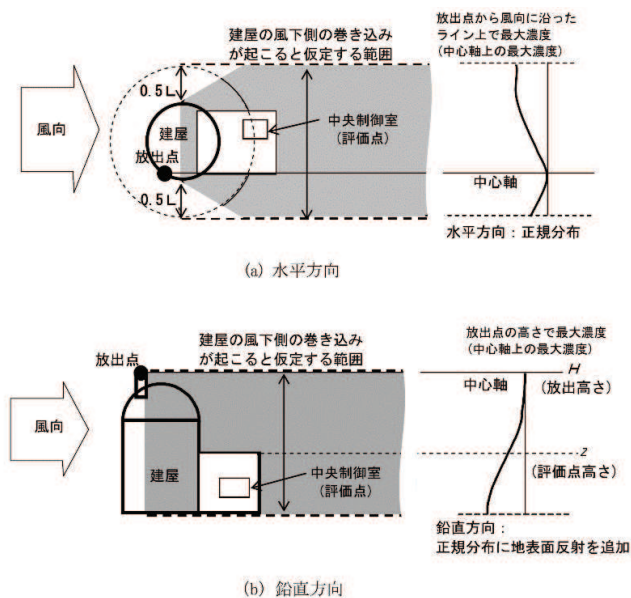


図 5.3 建屋による巻き込み現象を考えた建屋周辺の濃度分布の考え方

被ばく評価手法（内規）	有毒ガス防護に係る影響評価における評価条件設定の考え方													
<p>(3) 建屋による巻き込みの評価条件</p> <p>a) 巻き込みを生じる代表建屋</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 原子炉施設の近辺では、隣接する複数の建屋の風下側で広く巻き込みによる拡散が生じているものとする。 2) 巻き込みを生じる建屋として、原子炉格納容器、原子炉建屋、原子炉補助建屋、タービン建屋、コントロール建屋、燃料取り扱い建屋等、原則として放出源の近隣に存在するすべての建屋が対象となるが、巻き込みの影響が最も大きいと考えられる一つの建屋を代表として相対濃度を算出することは、保守的な結果を与える【解説5.6】。 3) 巻き込みを生じる代表的な建屋として、表5.1 に示す建屋を選定することは適切である。 <p style="text-align: center;">表5.1 放射性物質の巻き込みの対象とする代表建屋の選定例</p> <table border="1" data-bbox="306 841 1001 1089"> <thead> <tr> <th>原子炉施設</th> <th>想定事故</th> <th>建屋の種類</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">BWR型原子炉施設</td> <td>原子炉冷却材喪失</td> <td>原子炉建屋(建屋影響がある場合)</td> </tr> <tr> <td>主蒸気管破断</td> <td>原子炉建屋又はタービン建屋(結果が厳しい方で代表)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">PWR型原子炉施設</td> <td>原子炉冷却材喪失</td> <td>原子炉格納容器(原子炉格納施設), 原子炉格納容器(原子炉格納施設)及び原子炉建屋</td> </tr> <tr> <td>蒸気発生器伝熱管破損</td> <td>原子炉格納容器(原子炉格納施設), 原子炉格納容器(原子炉格納施設)及び原子炉建屋</td> </tr> </tbody> </table> <p>b) 放射性物質濃度の評価点</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 中央制御室が属する建屋の代表面の選定 中央制御室内には、中央制御室が属する建屋（以下、「当該建屋」）の表面から、事故時に外気取入を行う場合は主に給気口を介して、また事故時に外気の入りを遮断する場合には流入によって、放射性物質が侵入するとする。 2) 建屋の影響が生じる場合、中央制御室を含む当該建 	原子炉施設	想定事故	建屋の種類	BWR型原子炉施設	原子炉冷却材喪失	原子炉建屋(建屋影響がある場合)	主蒸気管破断	原子炉建屋又はタービン建屋(結果が厳しい方で代表)	PWR型原子炉施設	原子炉冷却材喪失	原子炉格納容器(原子炉格納施設), 原子炉格納容器(原子炉格納施設)及び原子炉建屋	蒸気発生器伝熱管破損	原子炉格納容器(原子炉格納施設), 原子炉格納容器(原子炉格納施設)及び原子炉建屋	<p>(3) a) 建屋影響を受ける建屋がないことから、建屋による巻き込みを生じる代表建屋は設定していない。</p> <p>(3) b) 建屋影響は考慮していない。</p>
原子炉施設	想定事故	建屋の種類												
BWR型原子炉施設	原子炉冷却材喪失	原子炉建屋(建屋影響がある場合)												
	主蒸気管破断	原子炉建屋又はタービン建屋(結果が厳しい方で代表)												
PWR型原子炉施設	原子炉冷却材喪失	原子炉格納容器(原子炉格納施設), 原子炉格納容器(原子炉格納施設)及び原子炉建屋												
	蒸気発生器伝熱管破損	原子炉格納容器(原子炉格納施設), 原子炉格納容器(原子炉格納施設)及び原子炉建屋												

被ばく評価手法（内規）	有毒ガス防護に係る影響評価における評価条件設定の考え方
<p>屋の近辺ではほぼ全般にわたり、代表建屋による巻き込みによる拡散の効果が及んでいると考えられる。このため、中央制御室換気設備の非常時の運転モードに応じて、次のi)又はii)によって、当該建屋の表面の濃度を計算する。</p> <p>i) 評価期間中も給気口から外気を取入れることを前提とする場合は、給気口が設置されている当該建屋の表面とする。</p> <p>ii) 評価期間中は外気を遮断することを前提とする場合は、中央制御室が属する当該建屋の各表面(屋上面又は側面)のうちの代表面(代表評価面)を選定する。</p> <p>3) 代表面における評価点</p> <p>i) 建屋の巻き込みの影響を受ける場合には、中央制御室の属する建屋表面での濃度は風下距離の依存性は小さくほぼ一様と考えられるので、評価点は厳密に定める必要はない。屋上面を代表とする場合、例えば中央制御室の中心点を評価点とするのは妥当である。</p> <p>ii) 中央制御室が属する当該建屋とは、原子炉建屋、原子炉補助建屋又はコントロール建屋などが相当する。</p> <p>iii) 代表評価面は、当該建屋の屋上面とすることは適切な選定である。また、中央制御室が屋上面から離れている場合は、当該建屋の側面を代表評価面として、それに対応する高さでの濃度を対で適用することも適切である。</p> <p>iv) 屋上面を代表面とする場合、評価点として中央制御室の中心点を選定し、対応する風下距離から拡</p>	

被ばく評価手法（内規）

散パラメータを算出してもよい。また $\sigma_y=0$ 及び $\sigma_z=0$ として、 σ_{y0} 、 σ_{z0} の値を適用してもよい。

c) 着目方位

- 1) 中央制御室の被ばく評価の計算では、代表建屋の風下後流側での広範囲に及ぶ乱流混合域が顕著であることから、放射性物質濃度を計算する当該着目方位としては、放出源と評価点を結ぶラインが含まれる1方位のみを対象とするのではなく、図5.4に示すように、代表建屋の後流側の拡がりの影響が評価点に及ぶ可能性のある複数の方位を対象とする【解説5.7】。

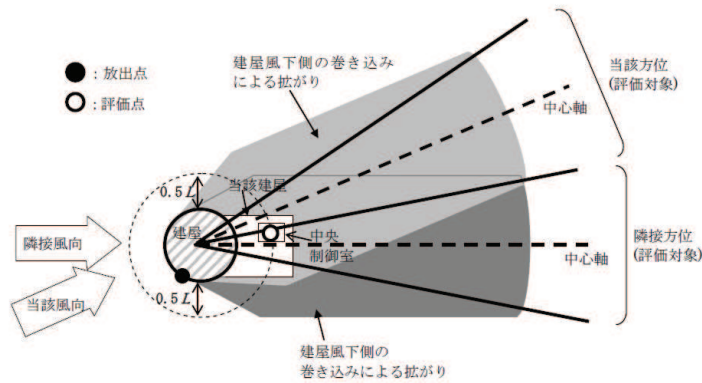


図 5.4 建屋後流での巻き込み影響を受ける場合の考慮すべき方位

評価対象とする方位は、放出された放射性物質が建屋の影響を受けて拡散すること、及び建屋の影響を受けて拡散された放射性物質が評価点に届くことの両方に該当する方位とする。

具体的には、全16 方位について以下の三つの条件

有毒ガス防護に係る影響評価における評価条件設定の考え方

- (3) c) 建屋影響は考慮していない。

被ばく評価手法（内規）

有毒ガス防護に係る影響評価における評価条件設定の考え方

に該当する方位を選定し、すべての条件に該当する方位を評価対象とする。

- i) 放出点が評価点の風上にあること
- ii) 放出点から放出された放射性物質が、建屋の風下側に巻き込まれるような範囲に、放出点が存在すること。

この条件に該当する風向の方位 m_1 の選定には、図5.5のような方法を用いることができる。図5.5の対象となる二つの風向の方位の範囲 m_{1A} 、 m_{1B} のうち、放出点が評価点の風上となるどちらか一方の範囲が評価の対象となる。

放出点が建屋に接近し、 $0.5L$ の拡散領域(図5.5のハッチング部分)の内部にある場合は、風向の方位 m_1 は放出点が評価点の風上となる 180° が対象となる【解説5.8】

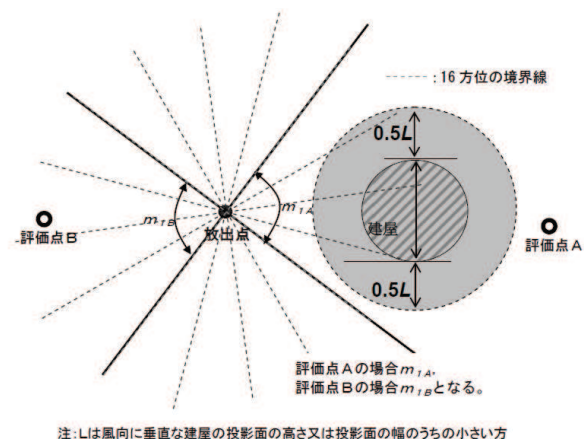


図 5.5 建屋の風下側で放射性物質が巻き込まれる風向の方位 m_1 の選定方法
(水平断面での位置関係)

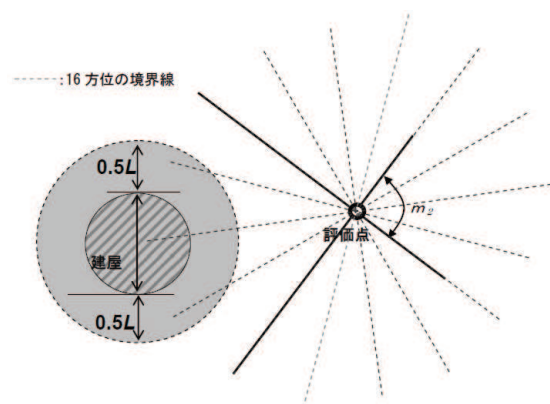
- iii) 建屋の風下側で巻き込まれた大気が評価点に到

被ばく評価手法（内規）

有毒ガス防護に係る影響評価における評価条件設定の考え方

達すること。この条件に該当する風向の方位 m_2 の選定には、図5.6に示す方法を用いることができる。

評価点が建屋に接近し、 $0.5L$ の拡散領域(図5.6のハッチング部分)の内部にある場合は、風向の方位 m_2 は放出点が評価点の風上となる 180° が対象となる【解説5.8】。



注:Lは風向に垂直な建屋の投影面の高さ又は投影面の幅のうちの小さい方

図5.6 建屋の風下側で巻き込まれた大気が評価点に到達する風向の方位 m_2 の選定方法(水平断面での位置関係)

図5.5 及び図5.6 は、断面が円筒形状の建屋を例として示しているが、断面形状が矩形の建屋についても、同じ要領で評価対象の方位を決定することができる【解説5.9】。

建屋の影響がある場合の評価対象方位選定手順を、図5.7 に示す。

被ばく評価手法（内規）

有毒ガス防護に係る影響評価における評価条件設定の考え方

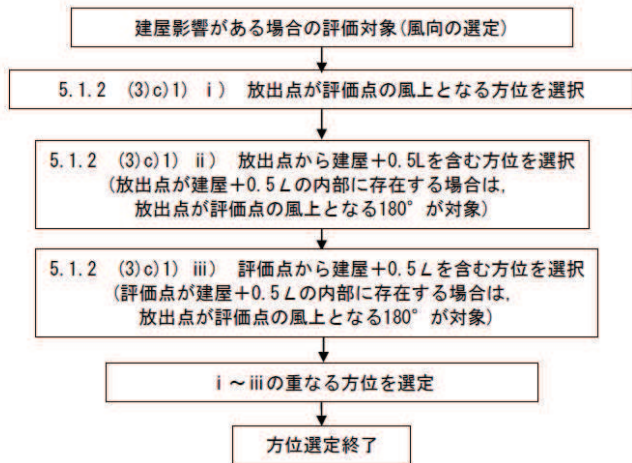


図 5.7 建屋の影響がある場合の評価対象方位選定手順

- 2) 具体的には、図5.8のとおり、当該建屋表面において定めた評価点から、原子炉施設の代表建屋の水平断面を見込む範囲にあるすべての方位を定める。【解説5.7】幾何学的に建屋群を見込む範囲に対して、気象評価上の方位とのずれによって、評価すべき方位の数が增加することが考えられるが、この場合、幾何学的な見込み範囲に相当する適切な見込み方位の設定を行ってもよい【解説5.10】。

被ばく評価手法（内規）

有毒ガス防護に係る影響評価における評価条件設定の考え方

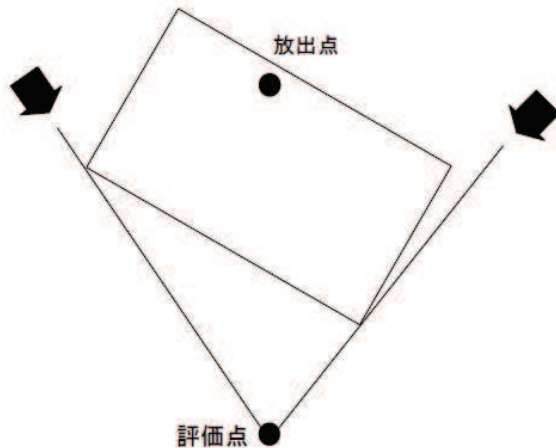


図 5.8 評価対象方位の設定

d) 建屋投影面積

- 1) 図5.9 に示すとおり，風向に垂直な代表建屋の投影面積を求め，放射性物質の濃度を求めるために大気拡散式の入力とする【解説5.11】。
- 2) 建屋の影響がある場合の多くは複数の風向を対象に計算する必要があるので，風向の方位ごとに垂直な投影面積を求める。ただし，対象となる複数の方位の投影面積の中で，最小面積を，すべての方位の計算の入力として共通に適用することは，合理的であり保守的である。
- 3) 風下側の地表面から上の投影面積を求め大気拡散式の入力とする。方位によって風下側の地表面の高さが異なる場合は，方位ごとに地表面高さから上の

(3) d) 建屋影響は考慮していない。

被ばく評価手法（内規）	有毒ガス防護に係る影響評価における評価条件設定の考え方
<p>面積を求める。また、方位によって、代表建屋とは別の建屋が重なっている場合でも、原則地表面から上の代表建屋の投影面積を用いる【解説5.12】。</p> <div data-bbox="447 402 919 771" data-label="Diagram"> </div> <p>図 5.9 風向に垂直な建屋投影面積の考え方</p> <p>(4) 建屋の影響がない場合の計算に必要な具体的な条件</p> <p>a) 放射性物質濃度の評価点の選定 建屋の影響がない場合の放射性物質の拡がりのパラメータはσ_y及びσ_zのみとなり、放出点からの風下距離の影響が大きいことを考慮して、以下のとおりとする。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 非常時に外気を取入れを行う場合 外気取入口の設置されている点を評価点とする。 2) 非常時に外気を取入れを遮断する場合 当該建屋表面において以下を満たす点を評価点とする。 <ol style="list-style-type: none"> ① 風下距離：放出点から中央制御室の最近接点ま 	<p>(4) 建屋の影響を考慮しない評価の場合には、この項目に沿って評価を行う。</p> <p>(4) a) 建屋の影響を考慮する場合と同様に、中央制御室については外気取入口を評価点としている。</p>

被ばく評価手法（内規）	有毒ガス防護に係る影響評価における評価条件設定の考え方												
<p>での距離</p> <p>② 放出点との高度差が最小となる建屋面</p> <p>b) 風向の方位 建屋の影響がない場合は、放出点から評価点を結ぶ風向を含む1方位のみについて計算を行う。</p> <p>5.1.3 濃度分布の拡がりのパラメータ σ_y, σ_z,</p> <p>(1) 風下方向の通常の大気拡散による拡がりのパラメータ σ_y及びσ_zは、風下距離及び大気安定度に応じて、図5.10又はそれに対応する相関式によって求める。</p> <p>(2) 相関式から求める場合は、次のとおりとする^(参3)。</p> $\log \sigma_z = \log \sigma_1 + \{a_1 + a_2 \log x + a_3 (\log x)^2\} \log x \quad \dots\dots\dots (5.6)$ $\sigma_y = 0.67775 \theta_{0.1} x (5 - \log x) \quad \dots\dots\dots (5.7)$ <table style="margin-left: 40px;"> <tr> <td>x</td> <td>: 風下距離</td> <td>(km)</td> </tr> <tr> <td>σ_y</td> <td>: 濃度の水平方向の拡がりパラメータ</td> <td>(m)</td> </tr> <tr> <td>σ_z</td> <td>: 濃度の鉛直方向の拡がりパラメータ</td> <td>(m)</td> </tr> <tr> <td>$\theta_{0.1}$</td> <td>: 0.1kmにおける角度因子の値</td> <td>(deg)</td> </tr> </table> <p>a) 角度因子 θ は、$\theta(0.1\text{km}) / \theta(100\text{km}) = 2$とし、図5.10の風下距離を対数にとった片対数軸で直線内挿とした経験式のパラメータである。$\theta(0.1\text{km})$の値を表5.2に示す。</p> <p>b) (5.6)式のσ_1, a_1, a_2, a_3の値を、表5.3に示す。</p>	x	: 風下距離	(km)	σ_y	: 濃度の水平方向の拡がりパラメータ	(m)	σ_z	: 濃度の鉛直方向の拡がりパラメータ	(m)	$\theta_{0.1}$: 0.1kmにおける角度因子の値	(deg)	<p>(4) b) 建屋の影響がない場合には、放出点から評価点を結ぶ風向を含む1方位のみを風向の方位とする。</p> <p>5.1.3 →被ばく評価手法（内規）に準じて設定</p> <p>(1) 風下方向の通常の大気拡散による拡がりのパラメータ σ_y及びσ_zは、風下距離及び大気安定度に応じて、示された相関式から求めている。</p>
x	: 風下距離	(km)											
σ_y	: 濃度の水平方向の拡がりパラメータ	(m)											
σ_z	: 濃度の鉛直方向の拡がりパラメータ	(m)											
$\theta_{0.1}$: 0.1kmにおける角度因子の値	(deg)											

被ばく評価手法（内規）

有毒ガス防護に係る影響評価における評価条件設定の考え方

表 5.2 $\theta_{0.1}$: 0.1kmにおける角度因子の値(deg)

大気安定度	A	B	C	D	E	F
$\theta_{0.1}$	50	40	30	20	15	10

表 5.3(1/2) 拡散のパラメータ σ_1, a_1, a_2, a_3 の値

(a) 風下距離が0.2km未満
(a_2, a_3 は0とする)

大気安定度	σ_1	a_1
A	165.	1.07
B	83.7	0.894
C	58.0	0.891
D	33.0	0.854
E	24.4	0.854
F	15.5	0.822

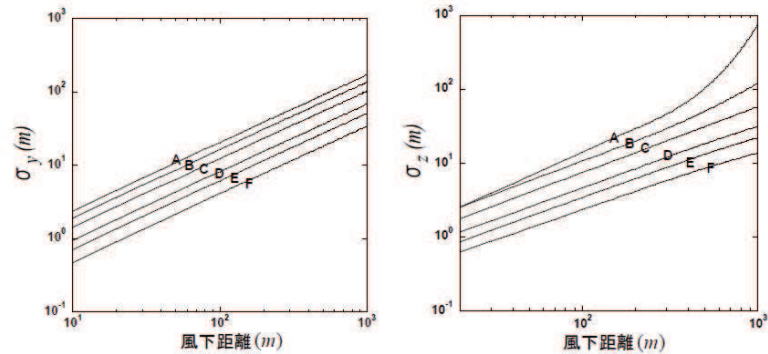
表 5.3(2/2) 拡散のパラメータ σ_1, a_1, a_2, a_3 の値

(b) 風下距離が0.2km以遠

大気安定度	σ_1	a_1	a_2	a_3
A	768.1	3.9077	3.898	1.7330
B	122.0	1.4132	0.49523	0.12772
C	58.1	0.8916	-0.001649	0.0
D	37.1	0.7626	-0.095108	0.0
E	22.2	0.7117	-0.12697	0.0
F	13.8	0.6582	-0.1227	0.0

被ばく評価手法（内規）

有毒ガス防護に係る影響評価における評価条件設定の考え方



(a) y 方向の拡がりのパラメータ(σ_y) (b) z 方向の拡がりのパラメータ(σ_z)

図 5.10 濃度の拡がりのパラメータ

図5.10 は、Pasquill-Meadeの、いわゆる鉛直1/10濃度幅の図及び水平1/10濃度幅を見込む角の記述にほぼ忠実に従って作成したもので、中央制御室の計算に適用できる。

h 及び θ は、次のとおりである^(※3)。

$$h = 2.15\sigma_z \quad \dots\dots\dots (5.8)$$

$$\frac{1}{2}\theta = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{2.15\sigma_y}{x} \quad \dots\dots\dots (5.9)$$

- h : 濃度が 1/10 になる高さ (m)
- θ : 角度因子 (deg)
- x : 風下距離 (m)

5.2 相対濃度 (χ/Q)

5.2.1 実効放出継続時間内の気象変動の扱いの考え方

事故後に放射性物質の放出が継続している時間を踏まえた相対濃度は、次のとおり計算する。

5.2.1 → 被ばく評価手法（内規）に準じて設定

被ばく評価手法（内規）	有毒ガス防護に係る影響評価における評価条件設定の考え方															
<p>(1) 相対濃度は、毎時刻の気象項目と実効的な放出継続時間（放射性物質の放出率の時間的変化から定めるもので、以下実効放出継続時間という）をもとに、評価点ごとに計算する。</p> <p>(2) 評価点の相対濃度は、毎時刻の相対濃度を年間について小さい方から累積した場合、その累積出現頻度が97%に当たる相対濃度とする【解説5.13】。</p> <p>5.2.2 実効放出継続時間に応じた水平方向濃度の扱い</p> <p>(1) 相対濃度 χ/Q は、(5.10)式^(参3)によって計算する【解説5.13】</p> $\chi/Q = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (\chi/Q)_i \delta_i^d \quad \dots\dots\dots (5.10)$ <table style="margin-left: 40px;"> <tr> <td>χ/Q</td> <td>: 実効放出継続時間中の相対濃度</td> <td>(s/m^3)</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>: 実効放出継続時間</td> <td>(h)</td> </tr> <tr> <td>$(\chi/Q)_i$</td> <td>: 時刻 i の相対濃度</td> <td>(s/m^3)</td> </tr> <tr> <td>δ_i^d</td> <td>: 時刻 i で、風向が評価対象 d の場合</td> <td>$\delta_i^d = 1$</td> </tr> <tr> <td></td> <td>時刻 i で、風向が評価対象外の場合</td> <td>$\delta_i^d = 0$</td> </tr> </table> <p>a) この場合、$(\chi/Q)_i$ は、時刻 i における気象条件に対する相対濃度であり、5.1.2項で示す考え方で計算するが、さらに、水平方向の風向の変動を考えて、次項に示すとおり計算する。</p> <p>b) 風洞実験の結果等によって $(\chi/Q)_i$ の補正が必要なときは、適切な補正を行う。</p>	χ/Q	: 実効放出継続時間中の相対濃度	(s/m^3)	T	: 実効放出継続時間	(h)	$(\chi/Q)_i$: 時刻 i の相対濃度	(s/m^3)	δ_i^d	: 時刻 i で、風向が評価対象 d の場合	$\delta_i^d = 1$		時刻 i で、風向が評価対象外の場合	$\delta_i^d = 0$	<p>(1) 相対濃度は、毎時刻の気象項目と放出継続時間（有毒ガス防護に係る影響評価においては、すべての拡散評価において、実効放出継続時間は1時間とする。）をもとに、評価点ごとに評価している。</p> <p>(2) 評価点の相対濃度は、蒸発率を考慮して算出される各評価点の毎時刻の濃度を年間について小さい方から累積した場合、その累積出現頻度が97%に当たる濃度となる際の値を示している。</p> <p>5.2.2 → 被ばく評価手法（内規）に準じて設定</p> <p>(1) 実効放出継続時間は1時間としており、相対濃度 χ/Q は、(5.10)式によって計算している。</p> <p>(1) a) $(\chi/Q)_i$ は、時刻 i における気象条件に対する相対濃度であり、5.1.2項で示す考え方で計算している。水平方向の風向の変動を考慮していない。</p> <p>(1) b) 補正は不要である。</p>
χ/Q	: 実効放出継続時間中の相対濃度	(s/m^3)														
T	: 実効放出継続時間	(h)														
$(\chi/Q)_i$: 時刻 i の相対濃度	(s/m^3)														
δ_i^d	: 時刻 i で、風向が評価対象 d の場合	$\delta_i^d = 1$														
	時刻 i で、風向が評価対象外の場合	$\delta_i^d = 0$														

被ばく評価手法（内規）	有毒ガス防護に係る影響評価における評価条件設定の考え方																		
<p>(2) $(\chi/Q)_i$の計算式</p> <p>a) 建屋の影響を受けない場合の計算式 建屋の巻き込みによる影響を受けない場合は、相対濃度は、次の1)及び2)のとおり、短時間放出又は長時間放出に応じて計算する。</p> <p>1) 短時間放出の場合 短時間放出の場合、$(\chi/Q)_i$の計算は、風向が一定と仮定して(5.11)式^(参3)によって計算する。</p> $(\chi/Q)_i = \frac{1}{2\pi\sigma_{yt}\sigma_z U_i} \cdot \left[\exp\left\{-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right\} \right] \dots\dots (5.11)$ <table style="margin-left: 40px;"> <tr> <td>$(\chi/Q)_i$</td> <td>:時刻<i>i</i>の相対濃度</td> <td>(s/m^3)</td> </tr> <tr> <td>z</td> <td>:評価点の高さ</td> <td>(m)</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>:放出源の高さ(排気筒有効高さ)</td> <td>(m)</td> </tr> <tr> <td>U_i</td> <td>:時刻<i>i</i>の風速</td> <td>(m/s)</td> </tr> <tr> <td>σ_{yt}</td> <td>:時刻<i>i</i>で、濃度の水平方向の 拡がりパラメータ</td> <td>(m)</td> </tr> <tr> <td>σ_z</td> <td>:時刻<i>i</i>で、濃度の鉛直方向の 拡がりパラメータ</td> <td>(m)</td> </tr> </table> <p>2) 長時間放出の場合 実効放出時間が8時間を超える場合には、$(\chi/Q)_i$の計算に当たっては、放出放射性物質の全量が一方位内の一様分布すると仮定して(5.12)式^(参3)によって計算する。</p>	$(\chi/Q)_i$:時刻 <i>i</i> の相対濃度	(s/m^3)	z	:評価点の高さ	(m)	H	:放出源の高さ(排気筒有効高さ)	(m)	U_i	:時刻 <i>i</i> の風速	(m/s)	σ_{yt}	:時刻 <i>i</i> で、濃度の水平方向の 拡がりパラメータ	(m)	σ_z	:時刻 <i>i</i> で、濃度の鉛直方向の 拡がりパラメータ	(m)	<p>(2) a) 建屋の影響を受けない場合もあるが、実効放出継続時間を1時間としているため、短時間放出の場合の式を用いている。</p>
$(\chi/Q)_i$:時刻 <i>i</i> の相対濃度	(s/m^3)																	
z	:評価点の高さ	(m)																	
H	:放出源の高さ(排気筒有効高さ)	(m)																	
U_i	:時刻 <i>i</i> の風速	(m/s)																	
σ_{yt}	:時刻 <i>i</i> で、濃度の水平方向の 拡がりパラメータ	(m)																	
σ_z	:時刻 <i>i</i> で、濃度の鉛直方向の 拡がりパラメータ	(m)																	

被ばく評価手法（内規）	有毒ガス防護に係る影響評価における評価条件設定の考え方
$(\chi/Q)_i = \frac{2.032}{2\sigma_z U_i x} \cdot \left[\exp\left\{-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right\} \right] \dots\dots (5.12)$ <p> $(\chi/Q)_i$: 時刻<i>i</i>の相対濃度 (s/m³) H : 放出源の高さ(排気筒有効高さ) (m) x : 放出源から評価点までの距離 (m) U_i : 時刻<i>i</i>の風速 (m/s) σ_{zi} : 時刻<i>i</i>で、濃度の鉛直方向の 拡がりパラメータ (m) </p> <p>b) 建屋の影響を受ける場合の計算式</p> <p>5.1.2項の考え方にに基づき、中央制御室を含む建屋の後流側では、建屋の投影面積に応じた初期拡散による拡がりをもつ濃度分布として計算する。また、実効放出継続時間に応じて、次の1)又は2)によって、相対濃度を計算する。</p> <p>1) 短時間放出の場合</p> <p>建屋影響を受ける場合の濃度分布は、風向に垂直な建屋の投影の幅と高さに対応する拡がりの中で、放出点からの軸上濃度を最大値とする正規分布として仮定する。短時間放出の計算の場合には保守的に水平濃度分布の中心軸上に中央制御室評価点に存在し風向が一定であるものとして、(5.13)式^(参3)によって計算する。</p>	<p>(2) b) 建屋影響は考慮していない。</p>

被ばく評価手法（内規）

有毒ガス防護に係る影響評価における評価条件設定の考え方

$$(\chi/Q)_i = \frac{1}{2\pi \sum_{y_i} \sum_{z_i} \cdot U_i} \left[\exp\left\{-\frac{(z-H)^2}{2\sum_{z_i}^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(z+H)^2}{2\sum_{z_i}^2}\right\} \right] \dots\dots (5.13)$$

$$\sum_{y_i} = \sqrt{\sigma_{y_i}^2 + \frac{cA}{\pi}} \quad , \quad \sum_{z_i} = \sqrt{\sigma_{z_i}^2 + \frac{cA}{\pi}}$$

$(\chi/Q)_i$: 時刻 i の相対濃度	(s/m^3)
H	: 放出源の高さ	(m)
z	: 評価点の高さ	(m)
U_i	: 時刻 i の風速	(m/s)
A	: 建屋等の風向方向の投影面積	(m^2)
c	: 形状係数	$(-)$
\sum_{y_i}	: 時刻 i で、建屋等の影響を入れた 濃度の水平方向の拡がりパラメータ	(m)
\sum_{z_i}	: 時刻 i で、建屋等の影響を入れた 濃度の鉛直方向の拡がりパラメータ	(m)
σ_{y_i}	: 時刻 i で、濃度の水平方向の 拡がりパラメータ	(m)
σ_{z_i}	: 時刻 i で、濃度の鉛直方向の 拡がりパラメータ	(m)

2) 長時間放出の場合

- i) 長時間放出の場合には、建屋の影響のない場合と同様に、1方位内で平均した濃度として求めてもよい。
- ii) ただし、建屋の影響による拡がりの幅が風向の1方位の幅よりも拡がり隣接の方位にまで及ぶ場合には、建屋の影響がない場合の(5.12)式のような、放射性物質の拡がりの全量を計算し1方位の幅で平均すると、短時間放出の(5.13)式で得られ

被ばく評価手法（内規）	有毒ガス防護に係る影響評価における評価条件設定の考え方
<p>る最大濃度より大きな値となり不合理な結果となることがある【解説5.14】。</p> <p>iii) ii)の場合, 1方位内に分布する放射性物質の量を求め, 1方位の幅で平均化処理することは適切な例である。</p> <p>iv) ii)の場合, 平均化処理を行うかわりに, 長時間でも短時間の計算式による最大濃度として計算を行うことは保守的であり, かつ計算も簡便となる。</p>	

予期せず発生する有毒ガス防護に係る実施体制及び手順

1. 実施体制

予期せず発生する有毒ガス防護に係る実施体制を図1及び図2，防護対象者の要員名称を表1に示す。

なお，図1については，発電所周辺監視区域内で予期せず有毒ガスが発生することを想定し，運転員の防護を迅速に行うため，発電課長が防護措置を指示することを定めたものである。また，図2については，発電所周辺監視区域外で予期せず有毒ガスが発生することを想定し，発電所対策本部長が防護措置を指示することを定めたものである。

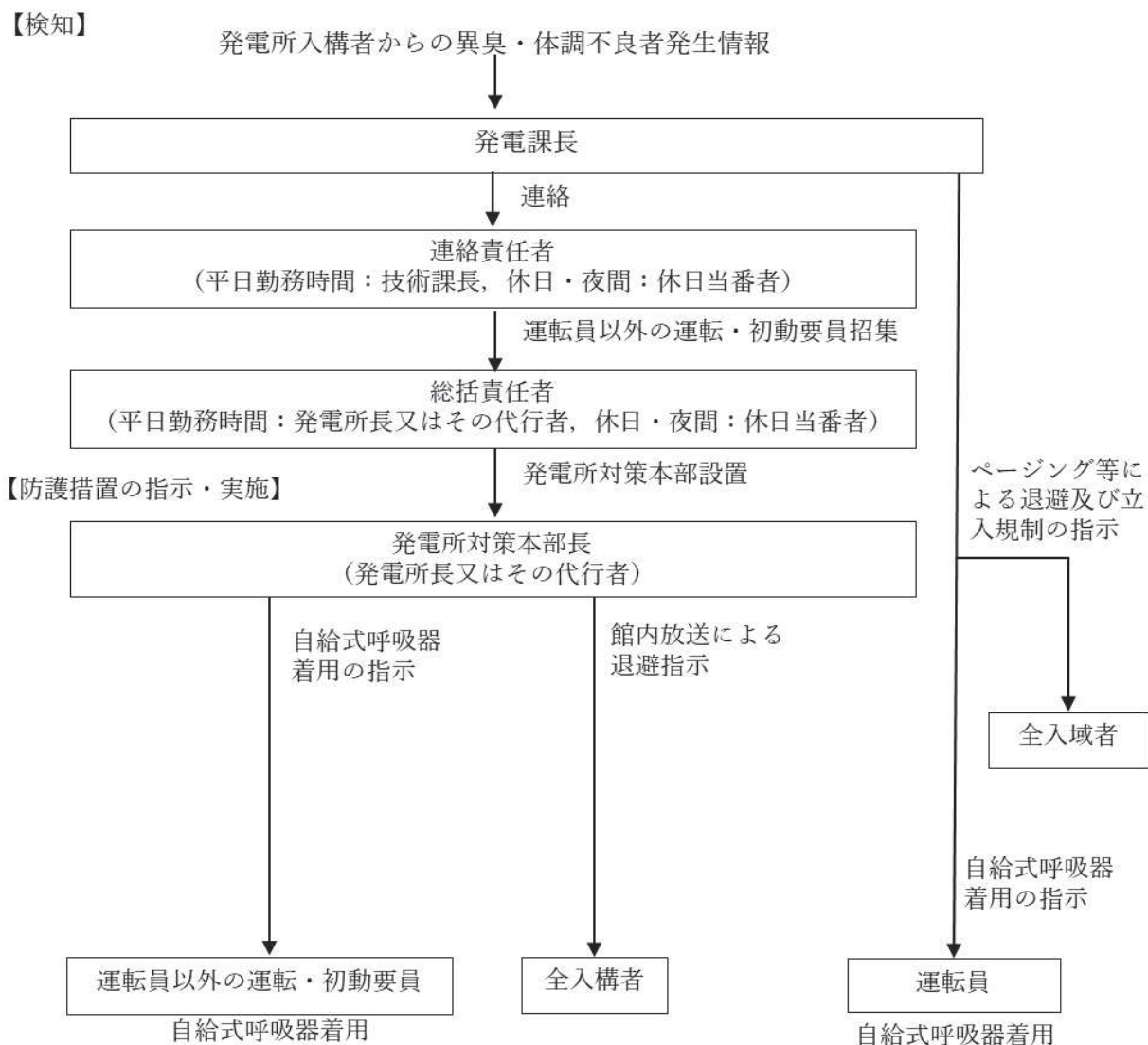


図1 実施体制（周辺監視区域内）

【検知】

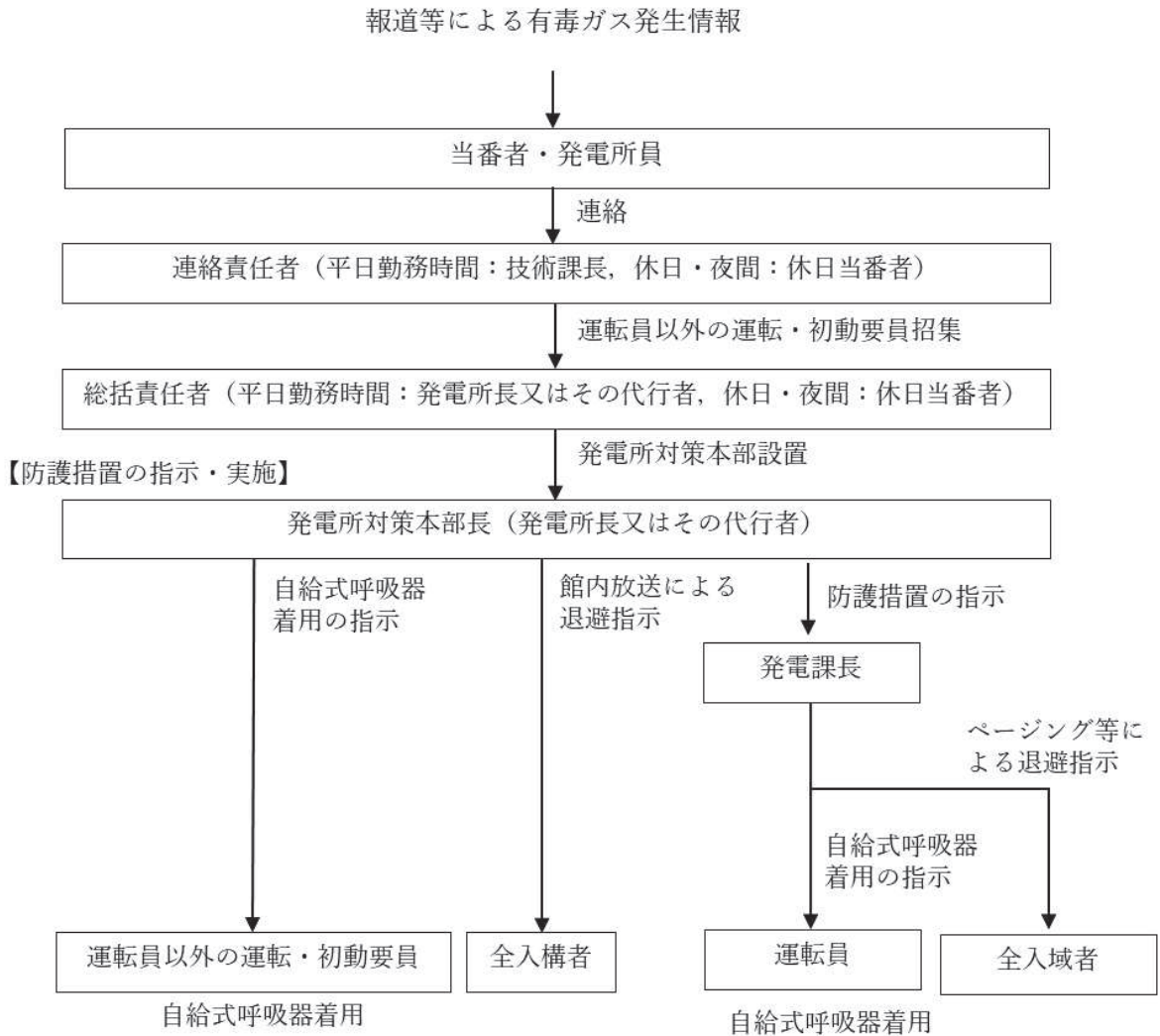


図2 実施体制（周辺監視区域外）

表1 防護対象者の要員名称

ガイドでの呼称	女川原子力発電所における対応要員の呼称	人数
運転・初動要員	運転員及び発電所対策本部要員（初動要員）	運転員：7名 発電所対策本部要員（初動要員）：6名
運転・指示要員	運転員及び発電所対策本部要員	運転員：7名 発電所対策本部要員：38名
運転・対処要員	重大事故等対策要員	運転員：7名 重大事故等対策要員（運転員を除く）：77名

2. 実施手順

予期せず発生する有毒ガス防護に係る実施手順を以下のとおりとする。

・周辺監視区域内の場合

【中央制御室の運転員に関する実施手順】

- (1) 発電課長が発電所入構者より、異臭の連絡又は同一エリアでの複数の体調不良者の発生連絡を受けた際、有毒ガスによる影響が考えられる場合は、運転員に対して、自給式呼吸器着用を指示するとともに、ページング等により全入域者に対して退避及び当該建屋への立入規制を指示し、連絡責任者に連絡する。
- (2) 運転員は定められた着用手順に従い、自給式呼吸器を着用する。
- (3) 全入域者は立入規制に従い、退避を行う。

【緊急時対策所の運転員以外の運転・初動要員に関する実施手順】

- (4) 連絡責任者は、運転員以外の運転・初動要員を招集する。
- (5) 総括責任者（平日勤務時間は発電所長又はその代行者、休日・夜間は休日当番者）は、**有毒ガスによる影響が考えられる場合は**、発電所対策本部を設置する。
- (6) 発電所対策本部長（発電所長又はその代行者）は、運転員以外の運転・初動要員に対して自給式呼吸器着用を指示する。
- (7) 発電所対策本部長（発電所長又はその代行者）は、館内放送により全入構者に対して退避を指示する。
- (8) 運転員以外の運転・初動要員は定められた着用手順に従い、自給式呼吸器を着用する。
- (9) 全入構者は退避を行う。

・周辺監視区域外の場合

【緊急時対策所の運転員以外の運転・初動要員に関する実施手順】

- (1) 当番者又は発電所員が報道等により発電所周辺における有毒ガス発生情報を入手したら、連絡責任者に連絡する。
- (2) 連絡責任者は、運転員以外の運転・初動要員を招集する。
- (3) 総括責任者（平日勤務時間は発電所長又はその代行者、休日・夜間は休日当番者）は、有毒ガスによる影響が考えられる場合は、発電所対策本部を設置する。
- (4) 発電所対策本部長（発電所長又はその代行者）は、発電課長に対して防護措置を指示するとともに、運転員以外の運転・初動要員に対して自給式呼吸器着用を指示する。
- (5) 運転員以外の運転・初動要員は定められた着用手順に従い、自給式呼吸器を着用する。
- (6) 発電所対策本部長（発電所長又はその代行者）は、館内放送により全入構者に対して退避を指示する。

【中央制御室の運転員に関する実施手順】

- (7) 発電課長は運転員に対して、自給式呼吸器着用を指示するとともに、ページング等により全入域者に対して退避を指示する。

- (8) 運転員は定められた着用手順に従い、自給式呼吸器を着用する。
- (9) 全入構者及び全入域者は退避を行う。

3. 酸素ポンベの必要配備数量

(1) 防護対象者の人数

中央制御室及び緊急時対策所における必要要員数から、防護対象者となる人数を表2のとおり設定する。

表2 防護対象者となる人数

	中央制御室 (運転員)	緊急時対策所 (運転員を除く運転・初動要員)
人数	7人	6人

(2) 酸素ポンベ配備数量

酸素ポンベの仕様から、1人当たりの必要数量を算定し、全要員に対する配備数量を表3のとおり設定する。

表3 全要員に対する配備数量

	中央制御室 (運転員)	緊急時対策所 (運転員を除く運転・初動要員)
種類	酸素ポンベ	
仕様	公称使用時間：360分/本	
酸素ポンベ必要数量 (一人当たり)	①酸素ポンベ1本当たりの使用可能時間 360分/本 ②6時間使用する場合の必要酸素ポンベ数 $6時間 \times 60分 \div 360分/本 = 1本/人$	
酸素ポンベ必要数量 (全要員)	$1本/人 \times 7人 = 7本$	$1本/人 \times 6人 = 6本$

バックアップの供給体制について

1. 供給体制

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、発電所敷地外からの酸素ポンベの供給体制を図1のとおり整備する。バックアップの供給イメージを図2に示す。

予期せず発生した有毒ガスに係る対応が発生した場合は、高圧ガス事業者に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、発電所正門等の発電所敷地外の受渡し場所にて発電所員との受渡しを行う。発電所員は発電所敷地外の受渡し場所から発電所敷地内へ運搬する。

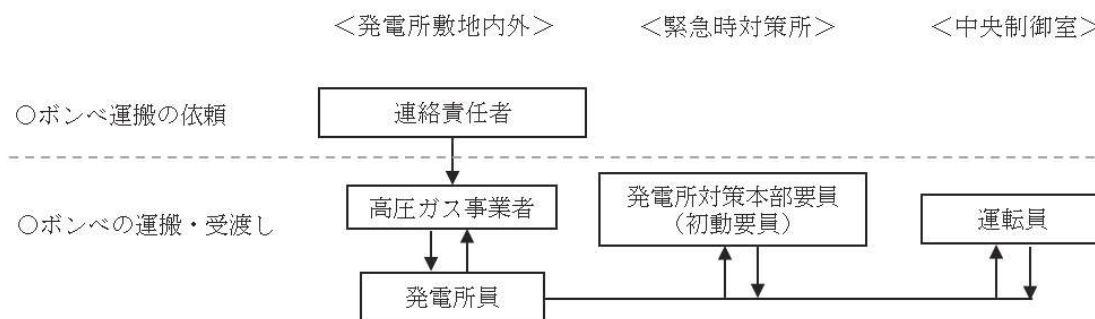


図1 発電所敷地外からの酸素ポンベの供給体制

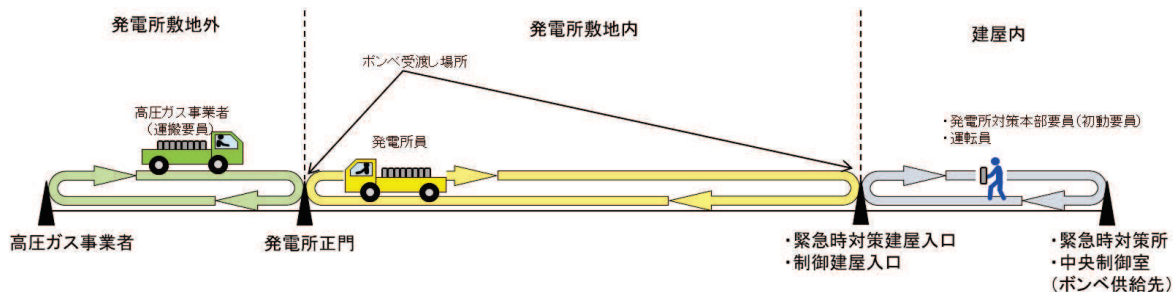


図2 バックアップの供給イメージ



図3 敷地外からの供給ルート

2. 予備ボンベ

発電所に保管する予備ボンベの数量は、高圧ガス事業者に連絡後、発電所まで何時間で到着できるかによる。

石巻市から供給する場合、約1日分のボンベを発電所内及びその近傍に配備し、約12時間おきに高圧ガス事業者から充填された酸素ボンベを受け取ることで対応が可能である。

予備ボンベについては、制御建屋及び緊急時対策建屋において、自給式呼吸器とともに転倒防止対策を施したうえで配備する。

有毒ガス防護に係る規則等への適合性について

1. 改正規則等への適合性について

1.1 改正規則等において追加された事項

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（以下「設置許可基準規則」という。）において、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を行う要員（以下「運転・対処要員」という。）が、有毒ガスが発生した場合でも必要な操作を行えるよう、吸気中の有毒ガス濃度を有毒ガス防護判断基準値以下とするために必要な設備を求めることが明確化された。具体的な改正点は、以下の 1.1.1 から 1.1.3 に示すとおり。

なお、緊急時制御室の運転員に対する防護については、特定重大事故等対処施設に関連するため、別途説明する。

1.1.1 原子炉制御室における有毒ガス防護に係る事項

（改正された規則等）

- ・ 設置許可基準規則（第二十六条）
- ・ 設置許可基準規則の解釈（第 26 条）

設置許可基準規則（抜粋）

（原子炉制御室等）

第二十六条

1～2 （略）

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。

一 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

二 （略）

設置許可基準規則の解釈（抜粋）

第 26 条 （原子炉制御室等）

1～4 （略）

- 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。「当該措置をとるための操作を行うことができる」には、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。
- 6 第 3 項第 1 号に規定する「有毒ガスの発生源」とは、有毒ガスの発生時において、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。

（注）変更又は追加箇所を下線部で示す。

1.1.2 緊急時対策所における有毒ガス防護に係る事項

(改正された規則等)

- ・ 設置許可基準規則（第三十四条）
- ・ 設置許可基準規則の解釈（第 34 条）

設置許可基準規則（抜粋）

(緊急時対策所)

第三十四条（略）

- 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。

設置許可基準規則の解釈（抜粋）

第 34 条（緊急時対策所）

- 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。

(注) 変更又は追加箇所を下線部で示す。

1.1.3 有毒ガス発生時の原子炉制御室の運転員，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を行う要員の防護に係る事項

(改正された規則等)

- ・ 実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準（以下「技術的能力審査基準」という。）

技術的能力審査基準（抜粋）

Ⅲ 要求事項の解釈

1. 重大事故等対策における要求事項の解釈

1. 0 共通事項

(1) ～ (3) (略)

(4) 手順書の整備、訓練の実施及び体制の整備

【要求事項】(略)

【解釈】

1 手順書の整備は、以下によること。

a) ～ f) (略)

g) 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。）を行う要員（以下「運転・対処要員」という。）の防護に関し、次の①から③までに掲げる措置を講じることを定める方針であること。

① 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。

② 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。

③ 設置許可基準規則第6 2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。

2 (略)

3 体制の整備は、以下によること。

a) ～ k) (略)

1) 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を定める方針であること。

① 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。

② 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。

(注) 変更又は追加箇所を下線部で示す。

1.2 改正規則等への適合性

1.2.1 原子炉制御室における有毒ガス防護に係る事項

設置許可基準規則第二十六条第3項第1号にて、「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」を設けることが追加要求された。

上記規則改正を踏まえ、有毒ガス防護に係る影響評価ガイドを参照して、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。）を実施した。有毒ガス防護に係る影響評価に当たっては、有毒ガスが大気中に多量に放出されるかの観点から、有毒化学物質の揮発性等の性状、貯蔵量、建屋内保管、換気等の貯蔵状況等を踏まえ、中央制御室から半径10km以内にある敷地外の固定源を特定し、特定した有毒化学物質に対して有毒ガス防護のための判断基準値を設定した。また、固定源の有毒ガス防護に係る影響評価に用いる貯蔵量等は、現場の状況を踏まえ評価条件を設定した。固定源に対しては、貯蔵容器全てが損傷し、有毒化学物質の全量流出によって発生した有毒ガスが大気中に放出される事象を想定し、運転員の吸気中の有毒ガス濃度の評価を実施した。その結果、固定源に対しては、運転員の吸気中の有毒ガス濃度が最大方位であっても有毒ガス防護判断基準値を下回り、設置許可基準規則第二十六条第3項第1号に規定する「有毒ガスの発生源」がないことを確認した。評価結果は、本文「6. まとめ」に示す。

以上のことから、有毒ガスの発生を検出するための装置や自動的に警報するための装置を設置しなくても、有毒ガスが発生した場合に、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、安全施設の安全機能が損なわれることがなく、改正規則に適合する。

1.2.2 原子炉制御室の追加要求事項に対する適合のための設計方針3の一について

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、有毒ガスによる影響により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。

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、固定源及び可動源それぞれに対して有毒ガス防護に係る影響評価を実施する。固定源及び可動源に対しては、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。

1.2.3 緊急時対策所における有毒ガス防護に係る事項

設置許可基準規則第三十四条第2項にて、「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」を設けることが追加要求された。

上記規則改正を踏まえ、有毒ガス防護に係る影響評価ガイドを参照して、有毒ガス防護に係る影響評価を実施した。有毒ガス防護に係る影響評価に当たっては、有毒ガスが大気中に多量に放出されるかの観点から、有毒化学物質の性状、貯蔵状況等を踏まえ固定源を特定し、特定した有毒化学物質に対して有毒ガス防護のための判断基準値を設定し、固定源の有毒ガス防護に係る影響評価に用いる保管量等は現場の状況を踏まえ評価条件を設定した。その結果、固定源に対しては、重大事故等に対処するために必要な指示を行う要員の吸気中の有毒ガス濃度が、最大方位であっても有毒ガス防護判断基準値を下回り、設置許可基準規則第三十四条第2項に規定する「有毒ガスの発生源」がないことを確認した。評価結果は、本文「6. まとめ」に示す。

以上のことから、有毒ガスの発生を検出するための装置や自動的に警報するための装置を設置しなくても、有毒ガスが発生した場合に、有毒ガスが緊急時対策所の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く、改正規則に適合する。

1.2.4 緊急時対策所の追加要求事項に対する適合のための設計方針 2 について

緊急時対策所は、有毒ガスが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。

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。固定源及び可動源に対しては、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により、当該要員を防護できる設計とする。

1.2.5 有毒ガス発生時の原子炉制御室の運転員、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を行う要員の防護に係る事項

技術的能力審査基準（Ⅲ 要求事項の解釈 1.0 共通事項）にて、有毒ガス発生時の運転・対処要員の防護に関して、措置を講じることが追加要求された。

規則改正を踏まえ、有毒ガス発生時に、運転員及び重大事故等対策要員（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と体制を整備するとともに、予期せぬ有毒ガスが発生した場合に事故対策に必要な各種の指示、操作を行うための手順と体制、有毒ガスの発生による異常を検知した場合に有毒ガスの発生を必要な要員に周知するための手順を整備することとしており、改正規則に適合する。

1.2.6 技術的能力審査基準の追加要求事項に対する適合性

1 について

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、運転員及び重大事故等対策要員（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。固定源及び可動源に対しては、運転員及び重大事故等対策要員（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。

予期せぬ有毒ガスの発生においても、運転員及び重大事故等対策要員（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。

有毒ガスの発生による異常を検知した場合に、発電課長等に連絡し、発電課長等は連絡責任者を經由して通信連絡設備により、発電所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。

3 について

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、運転員及び重大事故等対策要員（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。固定源及び可動源に対しては、運転員及び重大事故等対策要員（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。

予期せぬ有毒ガスの発生においても、運転員及び重大事故等対策要員（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。

1.3 変更申請に係る規則への適合性

本規則改正に伴う既許可申請書での関係条文を整理した結果を添付資料1に示す。

今回申請の関係条文は、第三条～第十三条、第二十六条、第三十四条、第三十五条、第四十二条及び第六十二条であるが、これらのうち第二十六条及び第三十四条への適合性は、1.2に示すとおりである。その他の関係条文については、発電用原子炉施設、設計基準対象施設又は安全施設全般に関係するものであるが、添付資料1に示すとおり、有毒ガス防護に係る本申請においては、既存設備の変更はないことから、既許可申請書の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。

1.4 有毒ガス防護に係る後段規制について

有毒ガス防護に係る後段規制について、整理した結果を添付資料2に示す。

女川原子力発電所2号炉
有毒ガス防護に係る規則等の改正に伴う条文整理表

女川原子力発電所2号炉の有毒ガス防護に係る規則等の改正に伴い、設置許可基準規則の各条文との関係について、下表に整理結果を示す。

【凡例】 ○：関係条文
×：関係なし

設置許可基準規則 条文		関係性	備考
第1条	適用範囲	×	適用範囲を示したものであり、要求事項ではないことから、関係条文ではない。
第2条	定義	×	用語の定義であり、要求事項ではないことから、関係条文ではない。
第3条	設計基準対象施設の地盤	○	有毒ガス防護に対する運用変更を実施するが、設計基準対処施設の地盤に変更はない。
第4条	地震による損傷の防止	○	有毒ガス防護に対する運用変更を実施するが、地震による損傷の防止に変更はない。
第5条	津波による損傷の防止	○	有毒ガス防護に対する運用変更を実施するが、津波による損傷の防止に変更はない。
第6条	外部からの衝撃による損傷の防止	○	有毒ガス防護に対する運用変更を実施するが、外部からの衝撃による損傷の防止に変更はない。
第7条	発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	○	発電用原子炉施設全体に係る要求事項であるが、有毒ガス防護に対する運用の変更に伴う変更はない。
第8条	火災による損傷の防止	○	有毒ガス防護に対する運用変更を実施するが、火災による損傷の防止に変更はない。
第9条	溢水による損傷の防止等	○	有毒ガス防護に対する運用変更を実施するが、溢水による損傷の防止等に変更はない。
第10条	誤操作の防止	○	有毒ガス防護に対する運用変更を実施するが、誤操作の防止に変更はない。
第11条	安全避難通路等	○	有毒ガス防護に対する運用変更を実施するが、安全避難通路等に変更はない。
第12条	安全施設	○	有毒ガス防護に対する運用変更を実施するが、安全施設に変更はない。
第13条	運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の拡大の防止	○	有毒ガス防護に対する運用変更を実施するが、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の拡大の防止に変更はない。
第14条	全交流動力電源喪失対策設備	×	有毒ガス防護に対する運用変更を実施するが、全交流動力電源喪失対策設備に該当しないことから、関係条文ではない。
第15条	炉心等	×	有毒ガス防護に対する運用変更を実施するが、炉心等に該当しないことから、関係条文ではない。

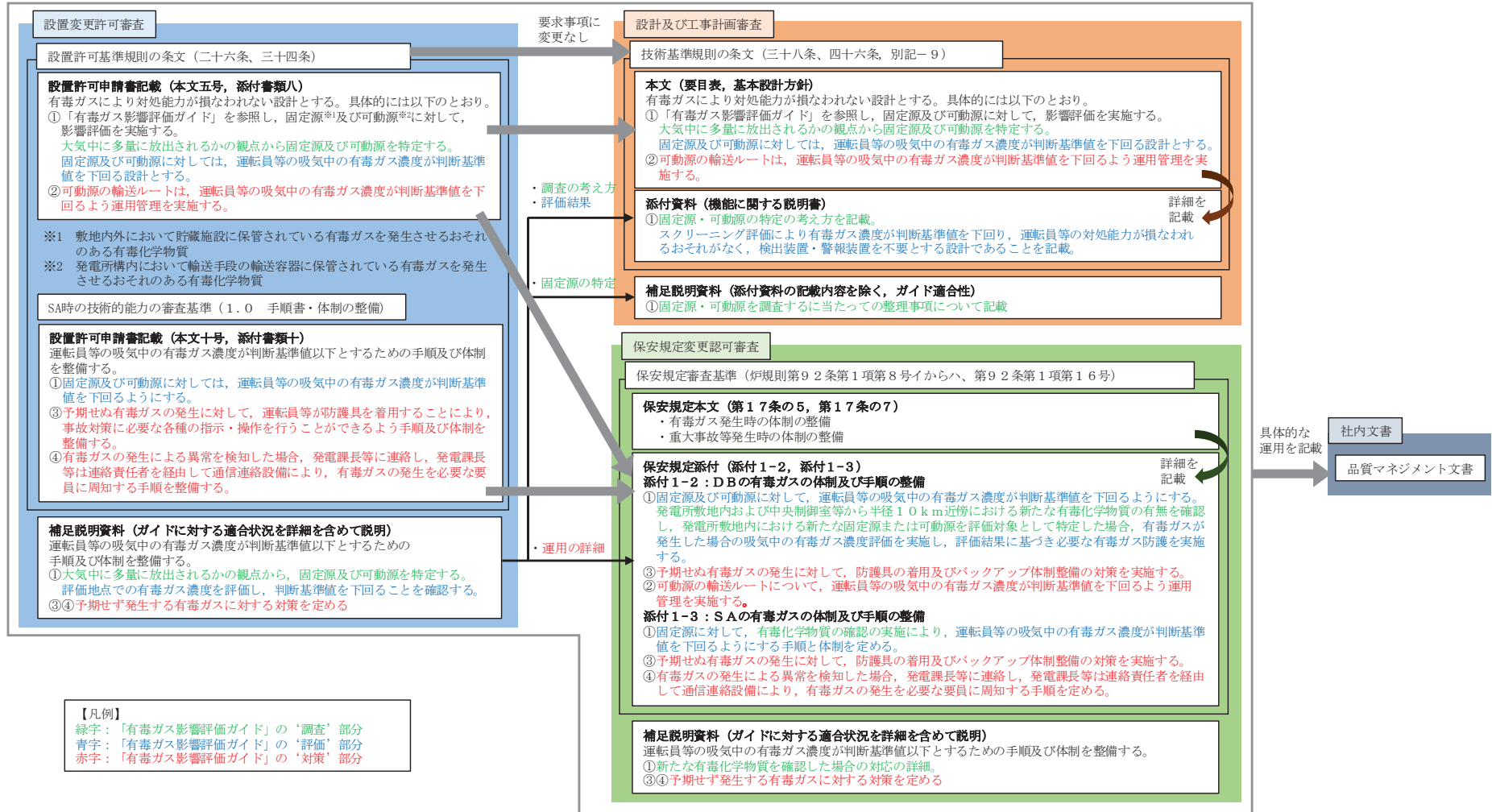
設置許可基準規則 条文		関係性	備考
第 16 条	燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設	×	有毒ガス防護に対する運用変更を実施するが、燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設に該当しないことから、関係条文ではない。
第 17 条	原子炉冷却材圧力バウンダリ	×	有毒ガス防護に対する運用変更を実施するが、原子炉冷却材圧力バウンダリに該当しないことから、関係条文ではない。
第 18 条	蒸気タービン	×	有毒ガス防護に対する運用変更を実施するが、蒸気タービンに該当しないことから、関係条文ではない。
第 19 条	非常用炉心冷却設備	×	有毒ガス防護に対する運用変更を実施するが、非常用炉心冷却設備に該当しないことから、関係条文ではない。
第 20 条	一次冷却材の減少分を補給する設備	×	有毒ガス防護に対する運用変更を実施するが、一次冷却材の減少分を補給する設備に該当しないことから、関係条文ではない。
第 21 条	残留熱を除去することができる設備	×	有毒ガス防護に対する運用変更を実施するが、残留熱を除去することができる設備に該当しないことから、関係条文ではない。
第 22 条	最終ヒートシンクへ熱を輸送することができる設備	×	有毒ガス防護に対する運用変更を実施するが、最終ヒートシンクへ熱を輸送することができる設備に該当しないことから、関係条文ではない。
第 23 条	計測制御系統施設	×	有毒ガス防護に対する運用変更を実施するが、計測制御系統施設に該当しないことから、関係条文ではない。
第 24 条	安全保護回路	×	有毒ガス防護に対する運用変更を実施するが、安全保護回路に該当しないことから、関係条文ではない。
第 25 条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	×	有毒ガス防護に対する運用変更を実施するが、反応度制御系統及び原子炉停止系統に該当しないことから、関係条文ではない。
第 26 条	原子炉制御室等	○	有毒ガス防護に関する規則改正に係る条文であり、機能要求を満足することを確認する必要があることから、適用対象である。
第 27 条	放射性廃棄物の処理施設	×	有毒ガス防護に対する運用変更を実施するが、放射性廃棄物の処理施設に該当しないことから、関係条文ではない。
第 28 条	放射性廃棄物の貯蔵施設	×	有毒ガス防護に対する運用変更を実施するが、放射性廃棄物の貯蔵施設に該当しないことから、関係条文ではない。
第 29 条	工場等周辺における直接線等からの防護	×	有毒ガス防護に対する運用変更を実施するが、敷地境界における線量率の変更はないことから、関係条文ではない。
第 30 条	放射線からの放射線業務従事者の防護	×	有毒ガス防護に対する運用変更を実施するが、放射線からの放射線業務従事者の防護に該当しないことから、関係条文ではない。
第 31 条	監視設備	×	有毒ガス防護に対する運用変更を実施するが、監視設備の変更はないことから、関係条文ではない。

設置許可基準規則 条文		関係性	備考
第 32 条	原子炉格納施設	×	有毒ガス防護に対する運用変更を実施するが、原子炉格納施設に該当しないことから、関係条文ではない。
第 33 条	保安電源設備	×	有毒ガス防護に対する運用変更を実施するが、保安電源設備に該当しないことから、関係条文ではない。
第 34 条	緊急時対策所	○	有毒ガス防護に関する規則改正に係る条文であり、機能要求を満足することを確認する必要があることから、適用対象である。
第 35 条	通信連絡設備	○	有毒ガス防護に対する運用変更を実施するため、有毒ガス発生時の連絡手段として通信連絡設備を利用するが、通信連絡設備に変更はない。
第 36 条	補助ボイラー	×	有毒ガス防護に対する運用変更を実施するが、補助ボイラーに該当しないことから、関係条文ではない。
第 37 条	重大事故等の拡大の防止等	×	有毒ガス防護に対する運用変更を実施するが、重大事故等対処施設ではないことから、関係条文ではない。
第 38 条	重大事故等対処施設の地盤	×	同上
第 39 条	地震による損傷の防止	×	同上
第 40 条	津波による損傷の防止	×	同上
第 41 条	火災による損傷の防止	×	同上
第 42 条	特定重大事故等対処施設	○	有毒ガス防護に関する規則改正に係る条文であり、機能要求を満足することを確認する必要があることから、適用対象である。 なお、特定重大事故等対処施設に関連するため別途説明する。
第 43 条	重大事故等対処設備	×	有毒ガス防護に対する運用変更を実施するが、重大事故等対処施設ではないことから、関係条文ではない。
第 44 条	緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備	×	同上
第 45 条	原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備	×	同上
第 46 条	原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備	×	同上
第 47 条	原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備	×	同上
第 48 条	最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備	×	同上
第 49 条	原子炉格納容器内の冷却等のための設備	×	同上

設置許可基準規則 条文		関係性	備考
第 50 条	原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備	×	同上
第 51 条	原子炉格納容器下部の熔融炉心を冷却するための設備	×	同上
第 52 条	水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備	×	同上
第 53 条	水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備	×	同上
第 54 条	使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備	×	同上
第 55 条	工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備	×	同上
第 56 条	重大事故等の収束に必要なとなる水の供給設備	×	同上
第 57 条	電源設備	×	同上
第 58 条	計装設備	×	同上
第 59 条	運転員が原子炉制御室にとどまるための設備	×	同上
第 60 条	監視測定設備	×	同上
第 61 条	緊急時対策所	×	同上
第 62 条	通信連絡を行うために必要な設備	○	有毒ガス防護に対する運用変更を実施するため、有毒ガス発生時の連絡手段として通信連絡設備を利用するが、通信連絡設備に変更はない。

有毒ガス防護に係る後段規制について

別紙 10-13



1号炉廃棄物処理建屋から2号炉制御建屋への硫化水素の流出事象について

1. はじめに

2021年7月12日14時40分頃、女川原子力発電所1号炉廃棄物処理建屋において、ランドリドレン処理系の処理の過程で発生した凝集沈殿物（以下「スラッジ」という。）を貯留するランドリ系沈降分離槽（以下「当該タンク」という。）内の硫化水素の発生を抑制するため、当該タンクへの空気注入による攪拌作業（以下「空気攪拌作業」という。）を実施していたところ、内部に蓄積していた硫化水素が、当該タンクに接続されている配管から他のタンクや配管を通じて2号炉制御建屋1階の管理区域入退域エリアや2階の女性用更衣室内に流出し、体調不良者が発生した。

硫化水素は、国際化学物質安全性カードにおいて、短期ばく露の影響として、眼や気道への刺激、意識喪失、中枢神経系への影響等が示されていることから、ガイドに定める有毒化学物質に該当する。

このことから、当該タンクから硫化水素が流出した原因を踏まえ、当該の事象と有毒ガス防護に係る規制要求との関係について整理した。

2. 2号炉制御建屋への硫化水素の流出原因及び再発防止対策について

2.1 ランドリドレン処理系の概要

硫化水素の発生源となった当該タンクは、液体廃棄物処理系のうち、洗濯廃液、手洗水等を処理するランドリドレン処理系（1号及び2号炉共用）の処理の過程で発生するスラッジを受け入れ、スラッジを固体廃棄物として処理する前に一時的に貯留しておく設備である。

液体廃棄物処理系の概要及び洗濯廃液等の処理の概要を以下に示す。

【液体廃棄物処理系の概要】

液体廃棄物処理系は、発電用原子炉施設で発生する放射性廃液及び潜在的に放射性物質による汚染の可能性のある廃液を、その性状により分離収集し、処理する。液体廃棄物処理系は、次の3系統で構成する。

・機器ドレン系

主として炉水及び復水等、高放射能濃度、高純度の流体を取り扱う機器及び配管からの排水等を処理する設備（2号炉原子炉建屋付属棟に設置）

・床ドレン・化学廃液系

床ドレン、化学薬液等を取り扱う機器及び配管からの排水等を処理する設備（2号炉原子炉建屋付属棟に設置）

・ランドリドレン処理系

管理区域内で用いる被服等の洗濯廃液（1号炉制御建屋）、管理区域内で作業した作業員の手洗水（2号炉制御建屋）等の排水を処理する設備（1号炉廃棄物処理建屋に設置）

【洗濯廃液等の処理の概要】（図1参照）

① ランドリドレンタンクに収集された廃液は凝集沈殿槽へと移送される。

- ② 凝集沈殿槽に移送された廃液に、硫酸アルミニウム、水酸化ナトリウム及び粉末活性炭を添加し、廃液中の洗剤成分を凝集沈殿させる。上澄み水は、粒状活性炭吸着塔を通じて、残留する洗剤成分を除去した後に処理水タンクに移送され、スラッジはランドリ系沈降分離槽へ移送される。
- ③ 処理水タンクに移送された廃液（上澄み水）は濃縮処理される。蒸気成分はランドリドレンサンプルタンクに貯留され、濃縮廃液は固体廃棄物（セメント固化体）として処理される。
- ④ ランドリドレンサンプルタンクに貯留された処理水は、洗濯用水として再使用又は放出される。
- ⑤ ランドリ系沈降分離槽に移送されたスラッジは、一定期間貯留し、固形分を沈降させた後、脱水処理され固体廃棄物として焼却処分される。

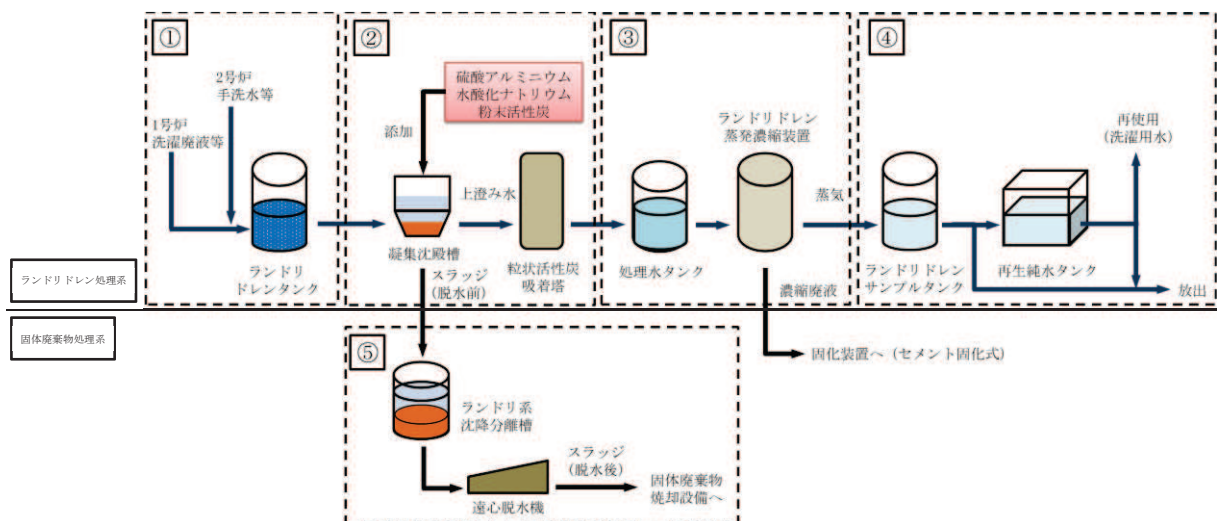


図1 洗濯廃液等の処理の概要

2.2 硫化水素発生メカニズムについて

上記のとおり、当該タンクは、ランドリドレン処理系の処理に伴い発生するスラッジを一時的に貯留する設備である。

本来、当該タンクは硫化水素を貯留する設備ではないが、当該タンク内の溶存酸素が少ない環境下において、廃液に添加している硫酸アルミニウムの硫黄成分と廃液に含まれる汗等の有機物及び嫌気性生物（硫酸塩還元細菌：自然環境下に存在）により、硫化水素が発生する。（図2参照）

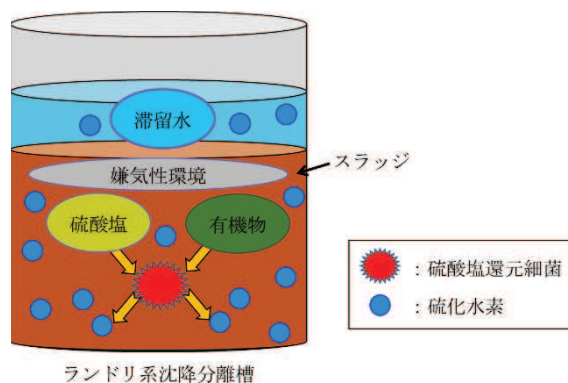


図2 硫化水素発生メカニズム

2.3 硫化水素流出のメカニズムについて

1号炉廃棄物処理建屋内に設置された当該タンク内で発生した硫化水素が、2号炉制御建屋内へと流出したのは、当該タンクに対して実施していた空気攪拌作業に起因すると推定している。

空気攪拌作業は、当該タンク内のスラッジを空気により攪拌し、当該タンク内を好気化することにより硫酸塩還元細菌の活動を抑制することを目的に、週1回の頻度で、規定の手順に従い実施していたものである。

空気攪拌作業の具体的な手順については以下のとおりである。

【空気攪拌作業の手順】（図3参照）

- (1) 所内用圧縮空気系の減圧弁出口弁を全閉とし、1号炉廃棄物処理建屋内の各タンクへ空気を供給する配管を隔離した後、空気供給止め弁（復水浄化系）を開し、隔離した配管内の残圧を復水浄化系沈降分離槽に逃がす。
- (2) 空気供給止め弁（ランドリ）を全開した後、減圧弁出口弁を配管内の空気の供給圧力が0.7kg/cm²程度となるよう徐々に開することにより、ランドリ系沈降分離槽内のスラッジ層を空気攪拌する。
- (3) 30分後、空気供給止め弁（ランドリ）が全閉し、ランドリ系沈降分離槽内のスラッジ層の空気攪拌が停止する。

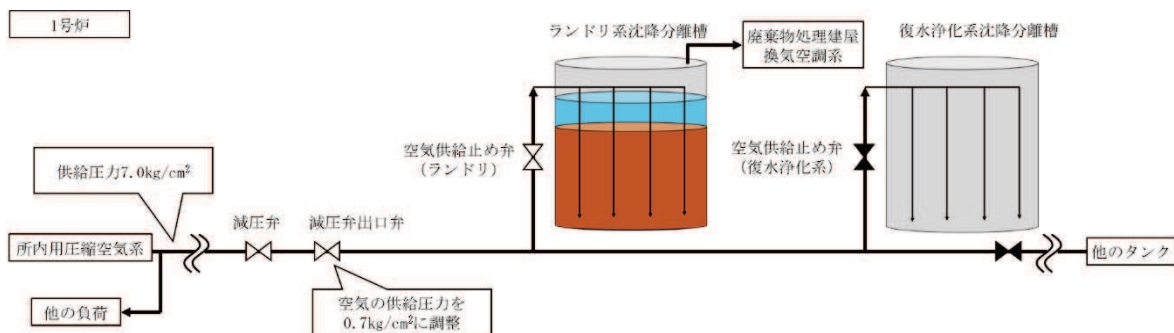


図3 空気攪拌作業に係る系統概要

従来、上記の手順による空気攪拌作業の実施により、当該タンク内での硫化水素の発生は抑制されていたが、その効果が徐々に低下していることが確認[※]されていたことを受け、事象発生当日の空気攪拌作業は、個別に手順を定め、従来よりも高い空気供給圧力（1.4kg/cm²）での攪拌作業を実施していた。

空気攪拌作業の実施状況については表1のとおりである。

※：空気攪拌作業の実施前後で当該タンク内の上澄み水に含まれる硫化水素の濃度を測定することで硫化水素の発生抑制効果を確認している。

表1 空気攪拌作業の実施状況

実施日	供給方法	空気供給圧力	供給時間	系外流出
6月以前	手動	0.7kg/cm ²	約30分	なし
7月5日	手動	1.0kg/cm ²	約10分	なし
		1.4kg/cm ²	約20分	なし
7月6日	自動 ^{※1}	1.4kg/cm ²	約3秒 ^{※2}	なし
7月12日	手動	1.4kg/cm ²	約30分	あり

- ※1：「自動」では、減圧弁出口弁を全開にした状態で廃棄物処理建屋制御室から遠隔操作で空気供給止め弁（ランドリ）を全開にし空気を供給する。この時、供給圧力は、設備仕様上 $7.0\text{kg}/\text{cm}^2$ の圧縮空気が一瞬注入されたのち、減圧弁により $1.4\text{kg}/\text{cm}^2$ に制御される。
- ※2：当該タンク水位が高く、水位高警報が発生したため手動停止。

当該タンクに内在する硫化水素は、廃棄物処理建屋換気空調系により直接排気される設計となっており、これまで、空気攪拌作業時において系外への硫化水素の流出は確認されていないが、今回、2号炉制御建屋内への流出が確認されたことを受け、換気空調系等の関連する系統を含めて調査した結果、当該タンクから2号炉制御建屋に硫化水素が流出したメカニズムは以下のとおりと推定した。

【硫化水素流出のメカニズム（推定）】

- (1) 当初、定期的な空気攪拌作業により当該タンク内スラッジ層（脱水前の廃活性炭）がほぐれていたため、好気化（水に酸素を含ませた状態）により硫化水素の発生は抑制されていた。このため、当該タンクから生じる硫化水素は少なく、換気空調系から排出されていた。
- (2) その後、スラッジの貯留が長期間にわたったことでスラッジ層が固まり、スラッジ層内の空気が流れる流路が限定され、空気攪拌による好気化の効果が低下した。その結果、固まったスラッジ層には次第に硫化水素が蓄積していった。
- (3) 好気化の効果が低下したため、7月5日に空気攪拌時の供給圧力を従来の $0.7\text{kg}/\text{cm}^2$ から $1.4\text{kg}/\text{cm}^2$ に段階的に増加させて作業を行ったが、空気の流路は限定されたままで、空気攪拌によりスラッジ層から放出された硫化水素は蓄積していた量の一部にとどまったことから、2号炉制御建屋への硫化水素の流出には至らなかった。
- (4) 7月6日には、従来の手動操作から自動操作での空気攪拌を実施した。この際、供給圧力 $7.0\text{kg}/\text{cm}^2$ の圧縮空気が一瞬注入されたことで、スラッジ層がほぐれ、新たな空気の流路が形成されたが、当該タンクの水位が高く水位高警報が発生したため、空気攪拌は約3秒後に手動停止しており、2号炉制御建屋への硫化水素の流出には至らなかった。（図4参照）
- (5) 7月12日に、スラッジ層がほぐれて新たな空気の流路が形成された状態で、空気供給圧力 $1.4\text{kg}/\text{cm}^2$ での空気攪拌作業を約30分実施したことで、スラッジ層と空気の接触が増加し、スラッジ層内に蓄積していた硫化水素が当該タンク内で多量に放出された。（図5参照）
スラッジ層内から放出された硫化水素が、通常の排気ラインである廃棄物処理建屋換気空調系で排気しきれずに、オーバーフロー配管等を通じて2号炉制御建屋に流出した。*（図6参照）

※：当該タンクは、液体廃棄物処理系の他のタンクとオーバーフロー配管により接続されており、それらのタンクへの排水配管等を介して、2号炉制御建屋1階の管理区域入退域エリアや2階の女性用更衣室にある手洗い槽等と繋がっている。従来の空気攪拌作業においては、当該タンクから発生した硫化水素は廃棄物処理建屋換気空調系から排気され、2号炉制御建屋への流出は確認されていなかったため、2号炉制御建屋に繋がる配管にある弁等による隔離措置を行う手順になっていなかった。

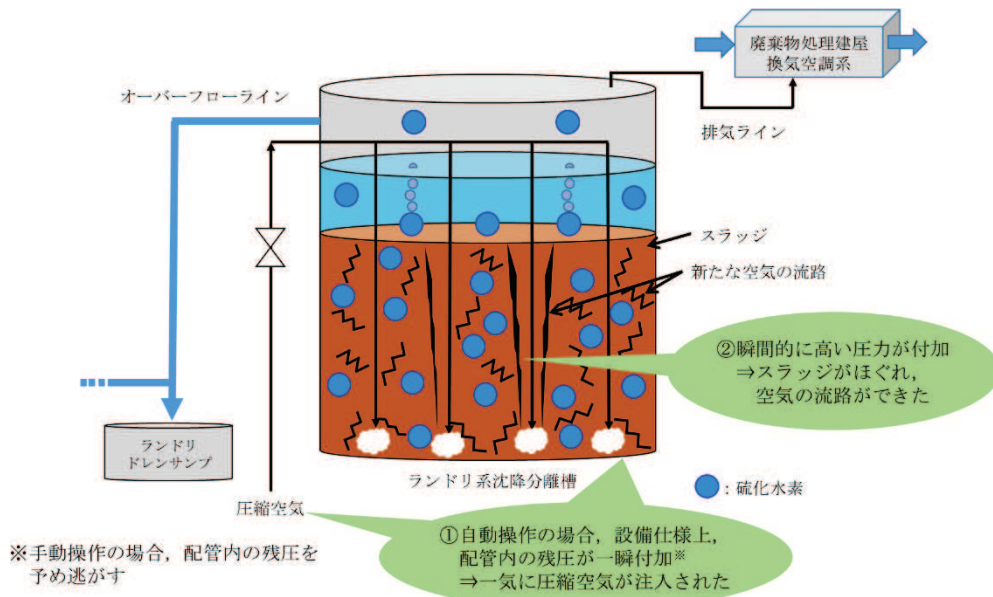


図4 7月6日の作業時のランドリ系沈降分離槽の状況（推定）

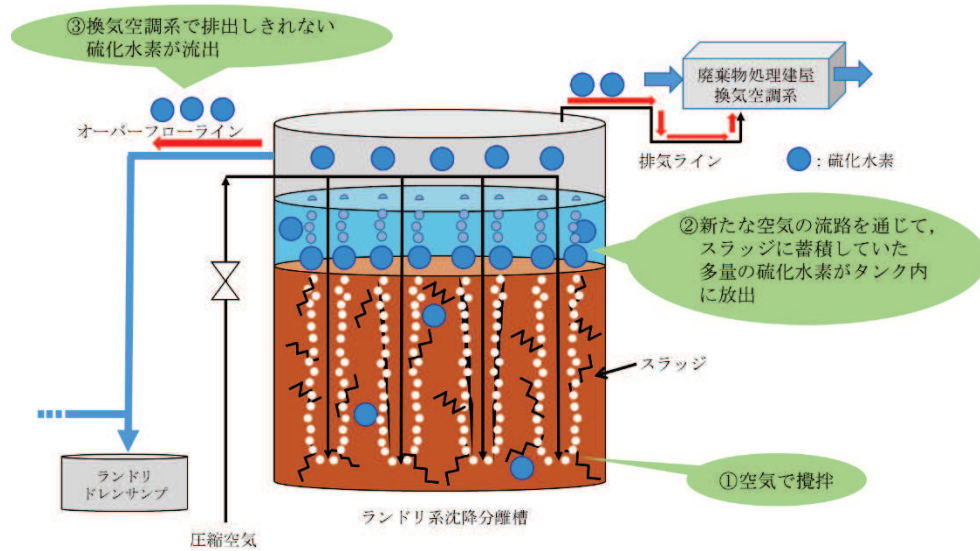


図5 7月12日の作業時のランドリ系沈降分離槽の状況（推定）

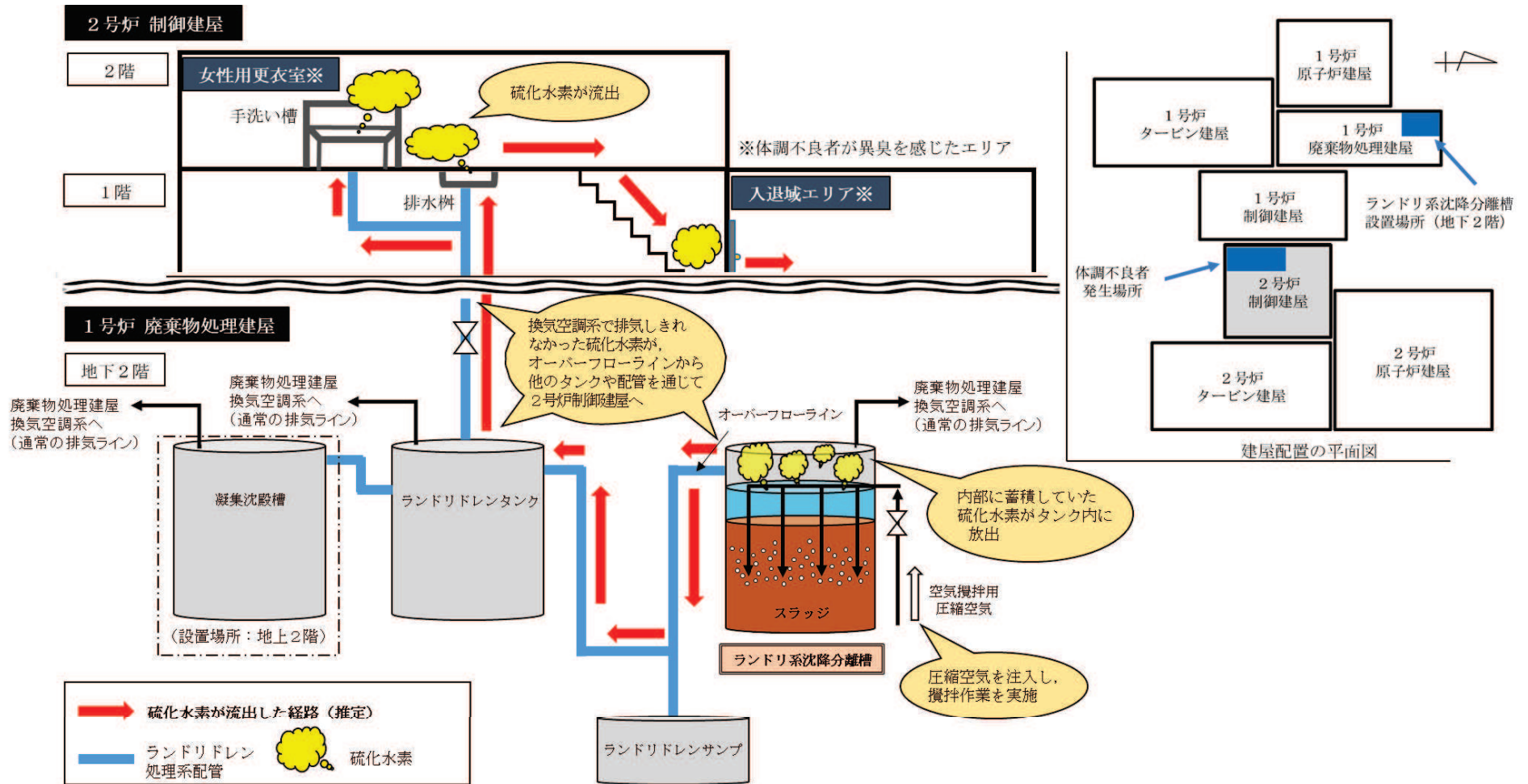


図6 2号炉制御建屋への硫化水素流出のメカニズム (推定)

2.4 推定原因について

2.3 に示すメカニズムを踏まえ、当該タンクから2号炉制御建屋へ硫化水素が流出した原因を、作業管理の観点及び設備管理の観点から以下のとおりと推定した。

【当該事象の推定原因】

(1) 作業管理の観点

- a. 当該タンク内のスラッジが長期間にわたって貯留量が多い状態^{*}となっていた。
- b. 硫化水素が多量に発生した場合に備え、2号炉制御建屋への硫化水素の流出を防止する隔離措置を講じることとしていなかった。
- c. 空気攪拌作業にあたり、硫化水素漏えいに備えて酸欠作業に準じた立入禁止措置、非常時の連絡体制等の措置を講じることとしていなかった。

※：当該タンクのスラッジ貯留可能容量約76m³に対し、事象発生時は約74m³の貯留量であった。

(2) 設備管理の観点

- a. 当日の空気攪拌作業により硫化水素が当該タンク内に多量に放出し、廃棄物処理建屋換気空調系で排気しきれなかった。

2.5 再発防止対策及び水平展開について

2.5.1 再発防止対策

2.4 に示す推定原因を踏まえた再発防止対策は以下のとおりである。

推定原因と再発防止対策の関係を表2に、再発防止対策のイメージを図7に示す。

(1) 作業管理面での対策

【当該タンク内の硫化水素の発生抑制】

- a. 当該タンクから、硫化水素の発生源となるスラッジを定期的に排出（年1回以上）する等により、スラッジの貯留量を50m³^{*}以下に維持することとし、その旨を品質マネジメント文書（運転管理要領書）に規定する。
※：過去実績を踏まえて設定した目安値。（スラッジ貯留可能容量は約76m³）
- b. 当該タンク内の嫌気性環境改善のため、これまで週1回としていた空気攪拌作業の頻度を、硫化水素濃度の測定結果に応じて適宜見直す。

また、対策a, bによる硫化水素の発生抑制の状況を、空気攪拌作業の前後に行う硫化水素の濃度測定の結果により確認、管理し、その結果に応じてスラッジの貯留量の管理値、空気攪拌作業の頻度を適宜見直していくことで、硫化水素の発生を抑制していく。

【硫化水素の系統外への流出防止】

- c. 空気攪拌作業等により当該タンク内を加圧する場合においては、当該タンクから2号炉制御建屋へとつながる配管の弁を閉止し、硫化水素の流出経路を隔離することで、硫化水素が流出することを防止する。

また、当該タンク内が加圧されていない通常の状態においても、以下の理由から、硫化水素は2号炉制御建屋に流出しない。

- ① 作業管理面での対策a, bにより当該タンク内での硫化水素の発生が抑制される。

- ② 当該タンク内は常に廃棄物処理建屋換気空調系により換気されている。
- ③ 硫化水素は空気よりも比重が重く、当該タンクより上層階に位置している2号炉制御建屋の女性用更衣室等には流れ込まない。

【安全確保対策】

- d. 作業中の安全確保に万全を期すため、空気攪拌作業時には、酸欠作業に準じた措置（危険作業主任者・現場監視人の配置、硫化水素が流入する恐れのある建屋への立入制限規制等）を講じること、及び万一の異常時に備え、緊急・異常事態が発生した時の報告フロー等を品質マネジメント文書に規定し、所員及び協力企業作業員に周知する。

(2) 設備管理面での対策

【硫化水素の系統外への流出防止】

- a. 空気攪拌作業等の当該タンク内を加圧する作業においては、事前に廃棄物処理建屋換気空調系の排気量を増やす。

(3) まとめ

再発防止対策(1)、(2)により、今回の硫化水素の流出事象が再発することはないと判断している。

表2 推定原因と再発防止対策の関係

分類	推定原因	再発防止対策
作業管理	当該タンク内のスラッジが、長期間にわたって、貯留量が多い状態となっていた。 (硫化水素が発生・蓄積しやすい環境になっていた。)	硫化水素の発生源となるスラッジを定期的に排出(年1回以上)する等により、スラッジの貯留量を50m ³ 以下に維持することとし、その旨を品質マネジメント文書に規定する。 当該タンク内の嫌気性環境改善のため、これまで週1回実施していた空気攪拌作業の頻度を硫化水素濃度の測定結果に応じて適宜見直す。
	硫化水素が多量に発生した場合に備え、2号炉制御建屋への流出を防止する隔離措置を講じることとしていなかった。	空気攪拌作業等により当該タンク内を加圧する場合には、当該タンクから2号炉制御建屋へとつながる配管の弁を閉止し、硫化水素の流出経路を隔離することで、硫化水素が流出することを防止する。
	空気攪拌作業にあたり、硫化水素漏えいに備えて酸欠作業に準じた立入禁止措置、非常時の連絡体制等の措置を講じることとしていなかった。	作業中の安全確保に万全を期すため、空気攪拌作業時には、酸欠作業に準じた措置(危険作業主任者・現場監視人の配置、硫化水素が流入する恐れのある建屋への立入制限規制等)を講じること、及び万一の異常時に備え、緊急・異常事態が発生した時の報告フロー等を品質マネジメント文書に規定し、所員及び協力企業作業員に周知する。
設備管理	当日の空気攪拌作業により硫化水素がタンク内に多量に放出し、廃棄物処理建屋換気空調系で排気しきれなかった。	空気攪拌作業等の当該タンク内を加圧する作業においては、事前に廃棄物処理建屋換気空調系の排気量を増やす。

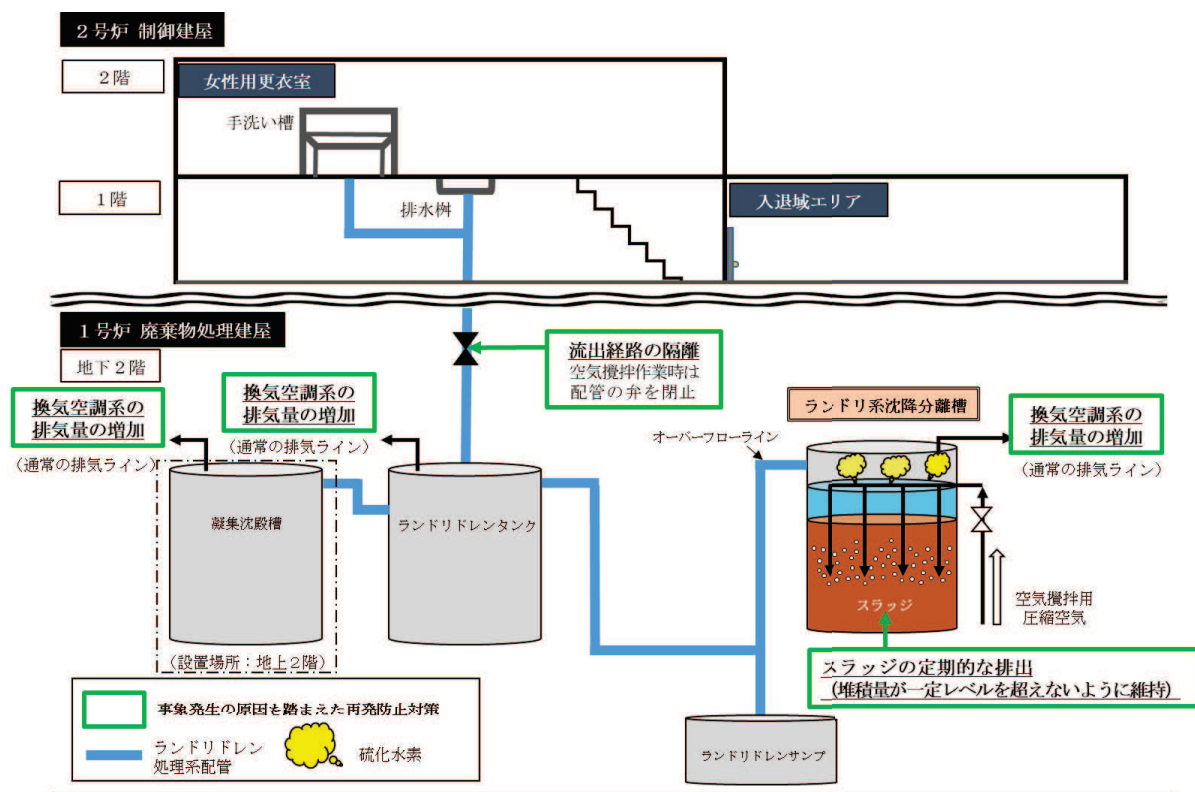


図7 再発防止対策のイメージ

2.5.2 水平展開（有毒ガスが発生する可能性のある運転操作，作業の調査）

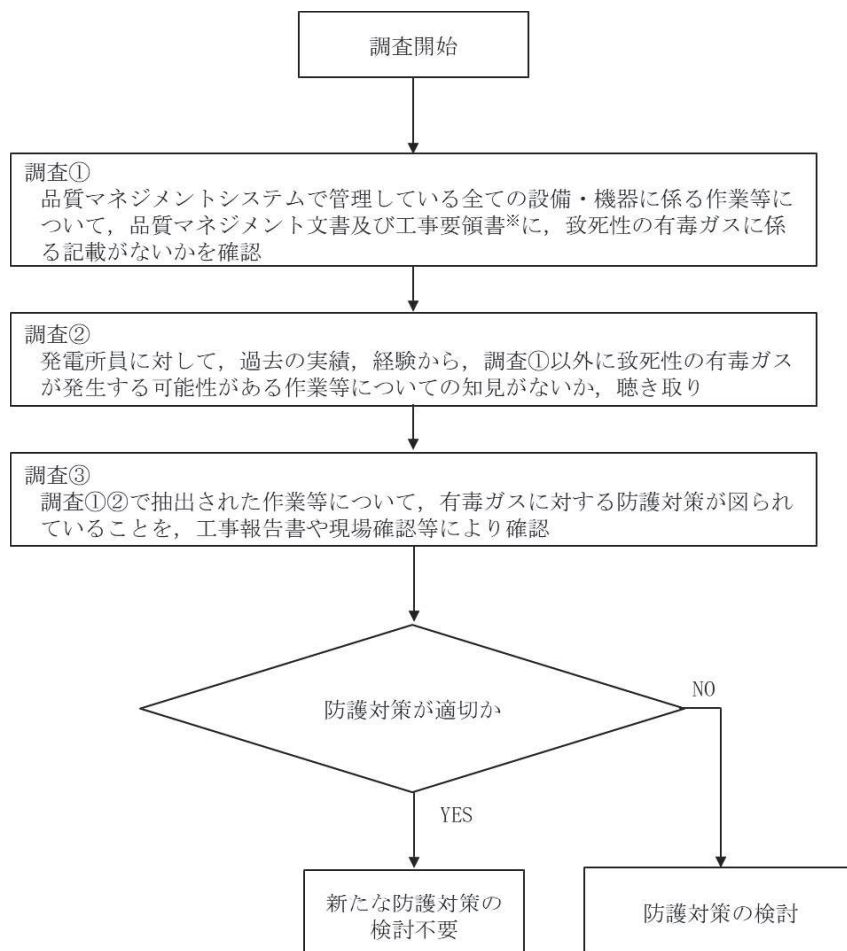
当該タンク内で硫化水素が発生した作業以外に致死性の有毒ガスが発生する可能性のある運転操作，作業（以下、「作業等」という。）について，以下の方法により調査した。（調査の前提条件を表3に，調査の対応フローを図8に示す。）

(1) 調査方法

- ① 品質マネジメントシステムで管理している全ての設備・機器に係る作業等について，品質マネジメント文書及び工事要領書に，致死性の有毒ガスに係る記載がないかを確認する。
- ② 発電所員に対して，過去の実績，経験から，上記①以外に致死性の有毒ガスが発生する可能性がある作業等についての知見がないか，聴き取りを行う。
- ③ 上記①②で抽出された作業等について，有毒ガスに対する防護対策が図られていることを，工事報告書や現場確認等により確認する。

表3 調査の前提条件

調査範囲	品質マネジメントシステムで管理している全ての設備・機器
調査対象	作業等により発生する全ての致死性の有毒ガス



※ これまでの実績，経験から有毒ガスの発生が知見として得られている作業等は，品質マネジメント文書，工事要領書に，有毒ガスに係る確認事項，留意事項等を記載している。

図8 調査の対応フロー

(2) 調査結果

a. 図8の調査①において、以下の設備・機器に係る作業等が抽出された。

(a) 海水系の水路・配管・機器

水抜き後の海水系の水路・配管・機器の点検時において、内部に付着した海生生物が腐敗することにより硫化水素が発生する。

なお、通常運転時には硫化水素が発生、蓄積することはない。

(b) 2号炉タービン補機冷却海水系トレンチ海水ストームドレンサンプ

タービン補機冷却海水系の点検に伴い、2号炉タービン補機冷却海水系トレンチ海水ストームドレンサンプ内に流入した海水が長期間滞留することで海生生物が腐敗し、硫化水素が発生する。

b. 図8の調査②において、該当する作業等は抽出されなかった。

c. 図8の調査③において、調査①で抽出された作業等については、従前から有毒ガスへの防護対策が適切に講じられていることを確認した。

(a) 海水系の水路・配管・機器

品質マネジメント文書及び工事要領書において、点検作業前の硫化水素濃度の測定や、必要に応じて換気及び防護具を使用することを定めていることを確認した。

また、当該作業の工事報告書及び作業員への聞き取りにより、防護対策が適切に実施されていることを確認した。

以上のことから、当該作業における硫化水素防護対策の内容は適切であると判断した。

(b) 2号炉タービン補機冷却海水系トレンチ海水ストームドレンサンプ

品質マネジメント文書及び工事要領書において、発生原因となる海水の長期間滞留を防止するため、タービン補機冷却海水系の点検終了後に当該サンプ内の水を排出すること及び当該サンプが設置されている2号炉タービン補機冷却海水系トレンチ内へ作業員が立ち入る場合の防護対策（上記(a)と同じ）を定めていることを確認した。また、当該作業の工事報告書及び作業員への聞き取りにより、防護対策が適切に実施されていること、並びに現場確認により、当該サンプ内の水位が低い状態にあることを確認した。

以上のことから、当該作業における硫化水素防護対策の内容は適切であると判断した。

なお、作業中の安全確保に万全を期すため、従前から実施している有毒ガスへの防護対策に加え、今回の再発防止対策における安全確保対策（2.5.1(1)d.）として新たに定めた品質マネジメント文書の規定をこれらの作業にも適用する。

(3) まとめ

水平展開の調査結果により、同様な事象が発生することはないと判断している。

2.6 事象の再発性に対する判断

以上のことから、再発防止対策及び水平展開により、今回の硫化水素の流出事象及び同様な事象が発生することはないと判断している。

3. 規制要求との関係について

(1) 固定源としての整理

有毒ガス防護に係る規制要求は、設置許可基準規則第二十六条第3項第1号及び第三十四条第2項（以下、「同規則」という。）へ適合することであり、同規則の解釈は、以下のとおりである。

【規則解釈】

a. 設置許可基準規則第二十六条第3項第1号に係る解釈

「有毒ガスの発生源」とは、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。

b. 設置許可基準規則第三十四条第2項に係る解釈

「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。

同規則においては、ガイドを参照し、固定源及び可動源から有毒ガスが発生した場合の影響を評価した上で、その結果に応じた対策を実施することとしている。また、ガイドにおいて、固定源は「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をいう。」と定義されており、固定源の調査としては、「敷地内に保管されている全ての有毒化学物質」を対象としている。

今回の硫化水素流出事象において、硫化水素の発生源となった当該タンクは、洗濯廃液等を処理するランドリドレン系の処理の過程で発生するスラッジを受け入れ、スラッジを固体廃棄物として処理する前に一時的に貯留しておく設備である（2.1参照）。このことから、当該タンクは有毒化学物質である硫化水素を保管する設備ではなく、固定源として抽出する保管施設には該当しないと判断する。

(2) 硫化水素流出事象のような有毒ガスが発生した場合の対応

本事象を踏まえ、作業管理面及び設備管理面での再発防止対策（2.5参照）を行っており、同様な硫化水素流出事象は発生しないと判断している。それでもなお、何らかの原因で、有毒ガスが発生するような事象が発生した場合は、予期せず発生する有毒ガス防護に係る対応として実施できるよう、実施体制及び手順を定める（3.(4)参照）。

(3) 中央制御室及び緊急時対策所の居住性について

a. 中央制御室

設置許可基準規則第二十六条第3項において、「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」ことが要求されている。今回の硫化水素流出事象について、影響範囲は2号炉制御建屋2階の女性用更衣室や1階の管理区域入退域エリアであり、中央制御室換気空調系バウンダリの範囲外である。さらに、中央制御室換気空調系については、

2号炉制御建屋内の他の換気空調系とは独立した構成となっている(図9参照)。このことから、有毒ガスが中央制御室の運転員に影響を与えることはなく、設置許可基準規則第二十六条に適合していると考えられる。

b. 緊急時対策所

設置許可基準規則第三十四条第1項において、「工場等には、一次冷却系統に係る発電用原子炉施設の損壊その他の異常が発生した場合に適切な措置をとるため、緊急時対策所を原子炉制御室以外の場所に設けなければならない」ことが要求されている。緊急時対策所については、本事象が発生した2号炉制御建屋とは隔離した位置に独立して設置している(図10参照)。このことから、有毒ガスが緊急時対策所の指示要員に影響を与えることはなく、設置許可基準規則第三十四条に適合していると考えられる。

(4) 予期せず発生する有毒ガス防護に係る実施体制及び手順について

技術的能力審査基準1.0において、予期せぬ有毒ガスの発生においても、運転・初動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こと、並びに有毒ガスの発生による異常を検知した場合に、発電課長等に連絡し、連絡責任者を經由して通信連絡設備により、発電所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ことが要求されている。

万一、予期せず有毒ガスが発生した場合には、以下に示す予期せず発生する有毒ガス防護の実施体制及び手順を実施することにより、運転・初動要員を防護する。

・周辺監視区域内の場合

【中央制御室の運転員に関する実施手順】

- ① 発電課長が発電所入構者より、異臭の連絡又は同一エリアでの複数の体調不良者の発生連絡を受けた際、有毒ガスによる影響が考えられる場合は、運転員に対して、自給式呼吸器着用を指示するとともに、ページング等により全入域者に対して退避及び当該建屋への立入規制を指示し、連絡責任者に連絡する。
- ② 運転員は定められた着用手順に従い、自給式呼吸器を着用する。
- ③ 全入域者は立入規制に従い、退避を行う。

【緊急時対策所の運転員以外の運転・初動要員に関する実施手順】

- ④ 連絡責任者は、運転員以外の運転・初動要員を招集する。
- ⑤ 総括責任者(平日勤務時間は発電所長又はその代行者、休日・夜間は休日当番者)は、有毒ガスによる影響が考えられる場合は、発電所対策本部を設置する。
- ⑥ 発電所対策本部長(発電所長又はその代行者)は、運転員以外の運転・初動要員に対して自給式呼吸器着用を指示する。
- ⑦ 発電所対策本部長(発電所長又はその代行者)は、館内放送により全入構者に対して退避を指示する。
- ⑧ 運転員以外の運転・初動要員は定められた着用手順に従い、自給式呼吸器を着用する。
- ⑨ 全入構者は退避を行う。

・周辺監視区域外の場合

【緊急時対策所の運転員以外の運転・初動要員に関する実施手順】

- ① 当番者又は発電所員が報道等により発電所周辺における有毒ガス発生情報を入手したら、連絡責任者に連絡する。
- ② 連絡責任者は、運転員以外の運転・初動要員を招集する。
- ③ 総括責任者（平日勤務時間は発電所長又はその代行者、休日・夜間は休日当番者）は、有毒ガスによる影響が考えられる場合は、発電所対策本部を設置する。
- ④ 発電所対策本部長（発電所長又はその代行者）は、発電課長に対して防護措置を指示するとともに、運転員以外の運転・初動要員に対して自給式呼吸器着用を指示する。
- ⑤ 運転員以外の運転・初動要員は定められた着用手順に従い、自給式呼吸器を着用する。
- ⑥ 発電所対策本部長（発電所長又はその代行者）は、館内放送により全入構者に対して退避を指示する。

【中央制御室の運転員に関する実施手順】

- ⑦ 発電課長は運転員に対して、自給式呼吸器着用を指示するとともに、ページング等により全入域者に対して退避を指示する。
- ⑧ 運転員は定められた着用手順に従い、自給式呼吸器を着用する。
- ⑨ 全入構者及び全入域者は退避を行う。

また、今回の硫化水素の流出事象においても、異臭及び体調不良者発生との連絡を受けた発電課長は、退避及び立入規制のページングを行うとともに、連絡責任者に連絡している。また、発電課長から連絡を受けた連絡責任者は、所内関係者を招集し、以降、対策本部にて本事象への対応にあたっている。この対応は予期せず発生する有毒ガス防護の実施体制及び手順と同等であり、本手順における連絡体制は実効性があるものと判断している。

加えて、今回の硫化水素の流出事象を踏まえ、硫化水素臭を確認した場合において発電所員及び協力企業作業員の速やかな退避を促す観点から、周知・連絡体制を定めた品質マネジメント文書を新たに制定し、全発電所員及び全協力企業作業員に周知した。

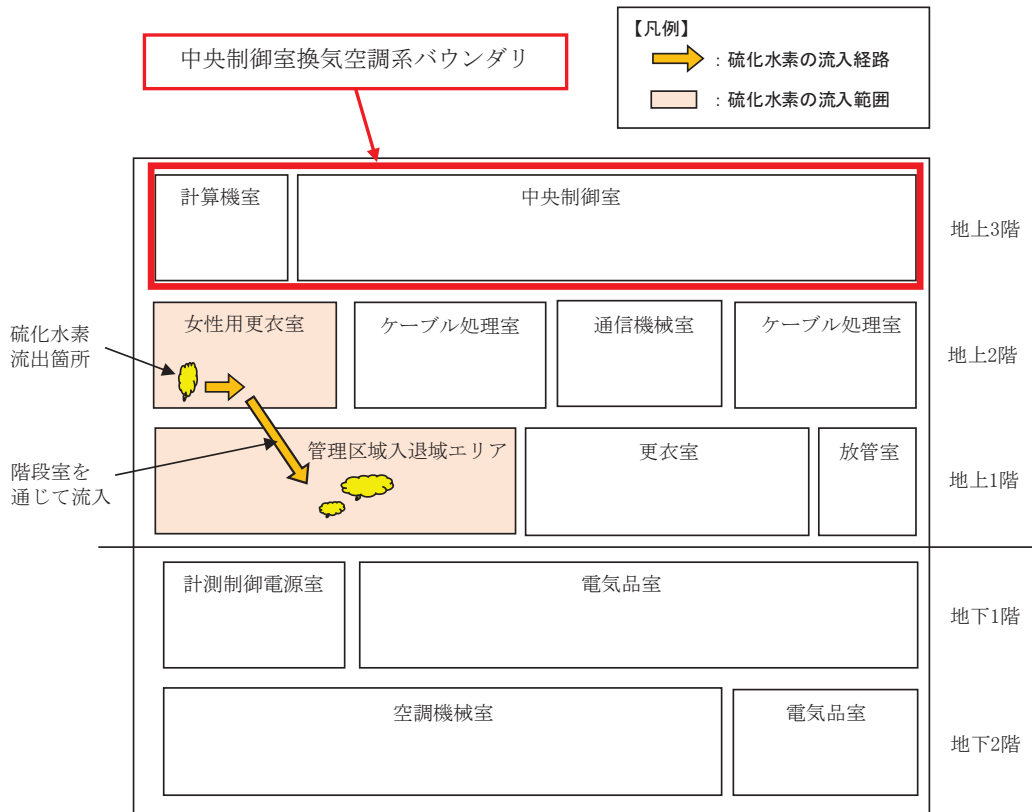


図9 2号炉制御建屋 中央制御室換気空調系バウンダリ

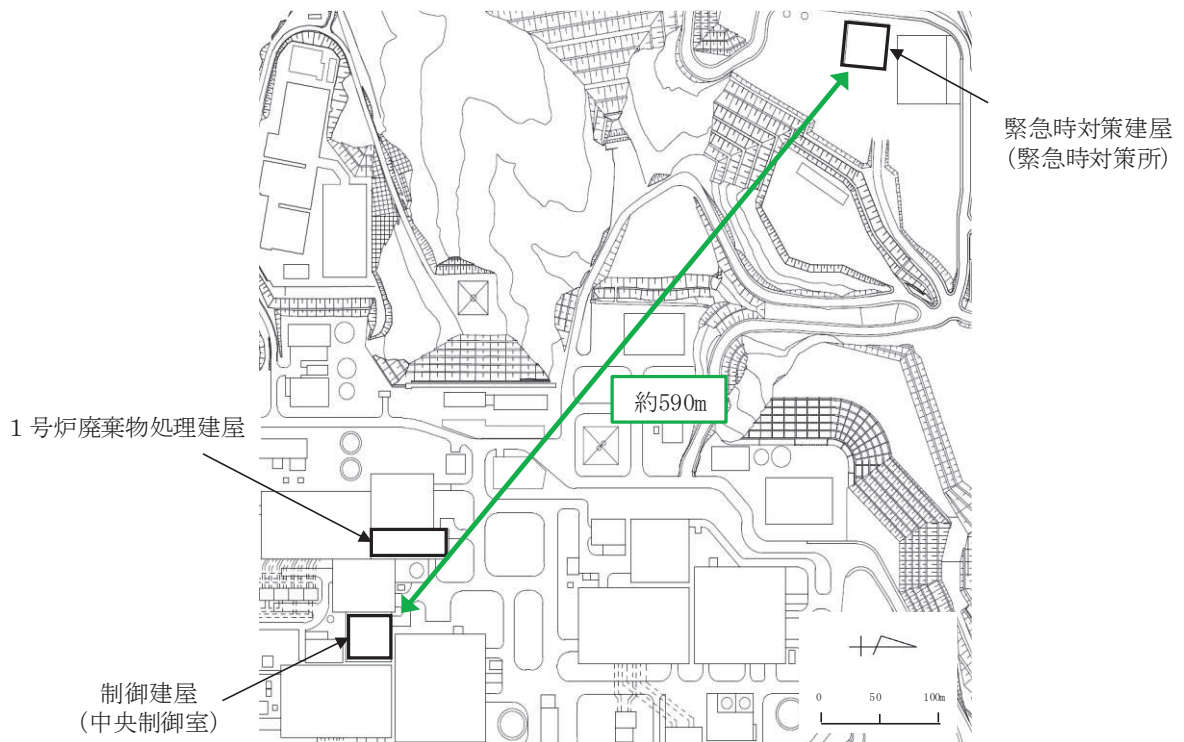


図10 発電所における位置関係

スクリーニング評価に用いる相対濃度について

女川原子力発電所のスクリーニング評価においては、評価対象として特定された敷地外固定源であるアンモニアと評価点との位置関係（方位及び距離）及び女川原子力発電所の安全解析に使用している気象（2012年1月～2012年12月）より、評価点における相対濃度を求め、当該相対濃度と敷地外固定源からの有毒ガスの放出率から、評価点における有毒ガス濃度を評価している。

以下に、相対濃度の算出に係る条件及び相対濃度評価結果を示す。

なお、スクリーニング評価においては、評価の保守性の観点から、敷地外固定源と評価点との高低差を考慮せず、地上放出として取り扱っている。

1. 敷地外固定源と評価点との位置関係について

本評価においては、位置情報は地理情報システム（GIS）を用いて求めている。

GISは、地理空間情報の地理的な把握又は分析が可能であることから、国内においてその活用が推進されており、官公庁においても活用されているシステムである。

(1) 敷地外固定源の位置

女川原子力発電所において、中央制御室から半径10km以内の敷地外固定源について調査した結果、高圧ガス保安法 冷凍保安規則に基づく届出情報より、スクリーニング評価の対象としてアンモニアが抽出された。

女川原子力発電所の中央制御室と敷地外固定源（アンモニア）の位置関係を図1に示す。



図1 女川原子力発電所と敷地外固定源との位置関係

(2) 有毒ガス濃度の評価点について

中央制御室及び緊急時対策所における有毒ガス濃度の評価では、原子炉制御室等外評価点における濃度の有毒ガスが、原子炉制御室等の換気空調設備の通常運転モードで原子炉制御室等に取り込まれると仮定することから、原子炉制御室等外評価点における有毒ガス濃度を評価するものとし、中央制御室外気取入口及び緊急時対策所外気取入口を評価点としている

原子炉制御室等外評価点を図2に示す。

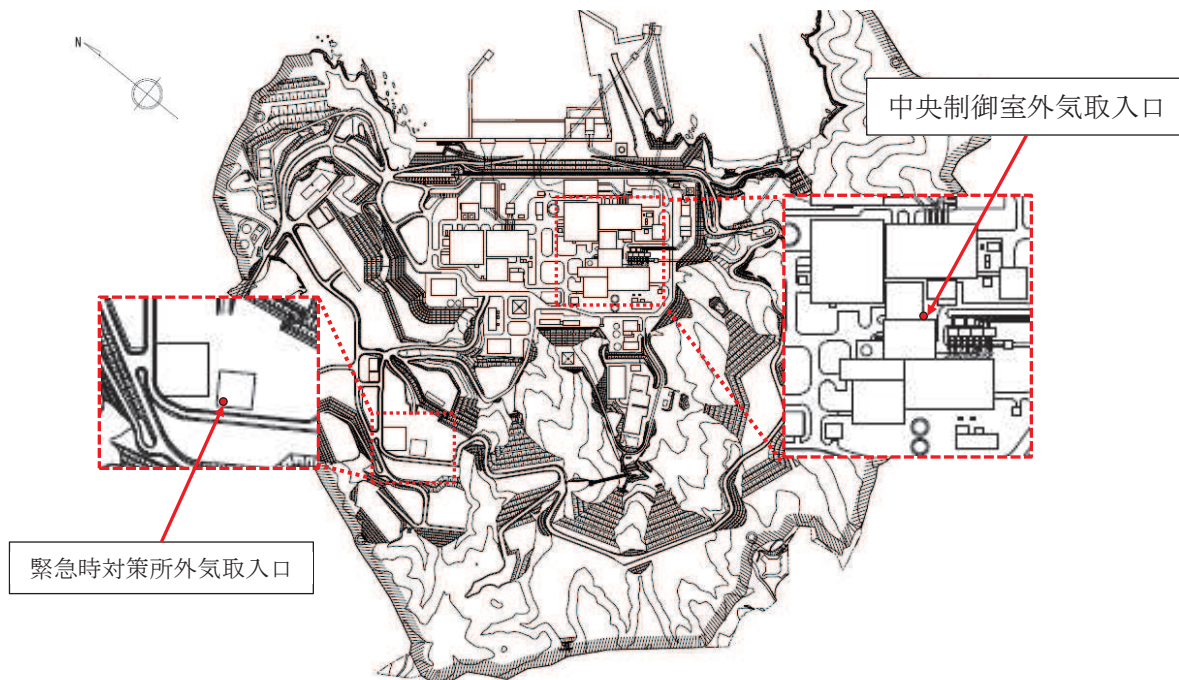


図2 原子炉制御室等外評価点

(3) 方位について

方位については、開示請求から得られた敷地外固定源発生源の所在地及び国土地理院の地図情報から求めている。

相対濃度の評価においては、「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」(以下「気象指針」という。)に基づき、各敷地外固定源について、発生源から評価点を見た方位を評価している。

各敷地外固定源について、発生源から評価点を見た方位を評価した結果を図3から図6に示す。

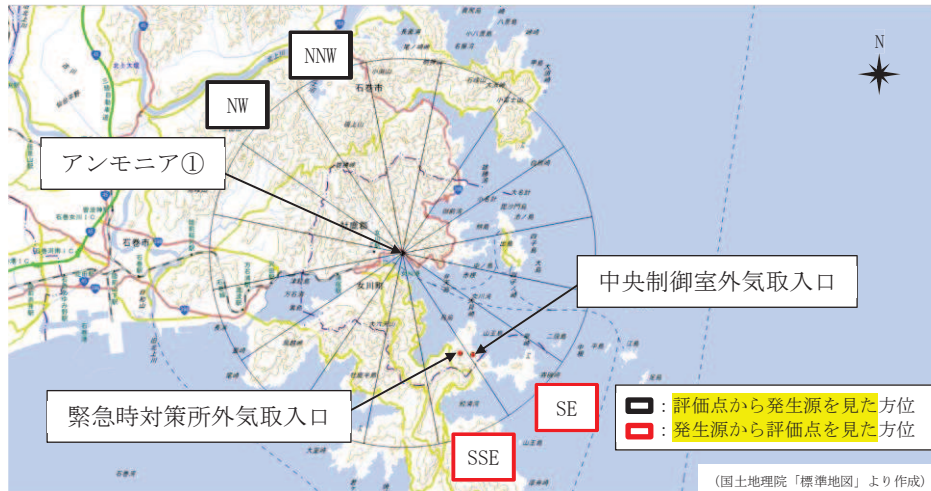


図3 アンモニア①から評価点を見た方位の評価結果



図4 アンモニア②から評価点を見た方位の評価結果



図5 アンモニア③から評価点を見た方位の評価結果

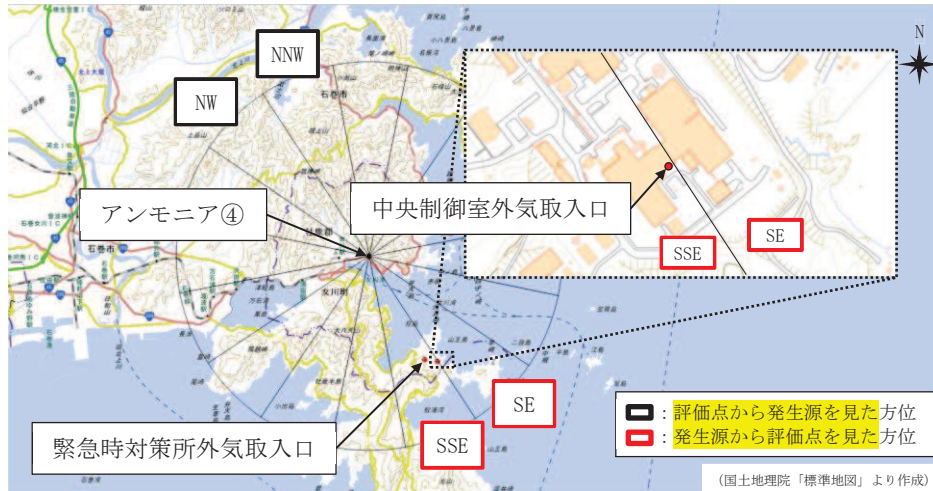


図 6 アンモニア④から評価点を見た方位の評価結果

(4) 距離について

距離については、開示請求から得られた敷地外固定源の所在地及び国土地理院の地図情報から緯度経度を用いて求めている。

距離の算出に当たっては、敷地外固定源の設置位置の不確実性及び大気拡散影響評価における評価の保守性を考慮し、100m未滿は切り捨てている。

各敷地外固定源のと評価点との距離を評価した結果を図 7～図 14 に示す。



図 7 アンモニア①と中央制御室外気取入口との距離の評価結果



図 8 アンモニア②と中央制御室外気取入口との距離の評価結果



図 9 アンモニア③と中央制御室外気取入口との距離の評価結果



図 10 アンモニア④と中央制御室外気取入口との距離の評価結果

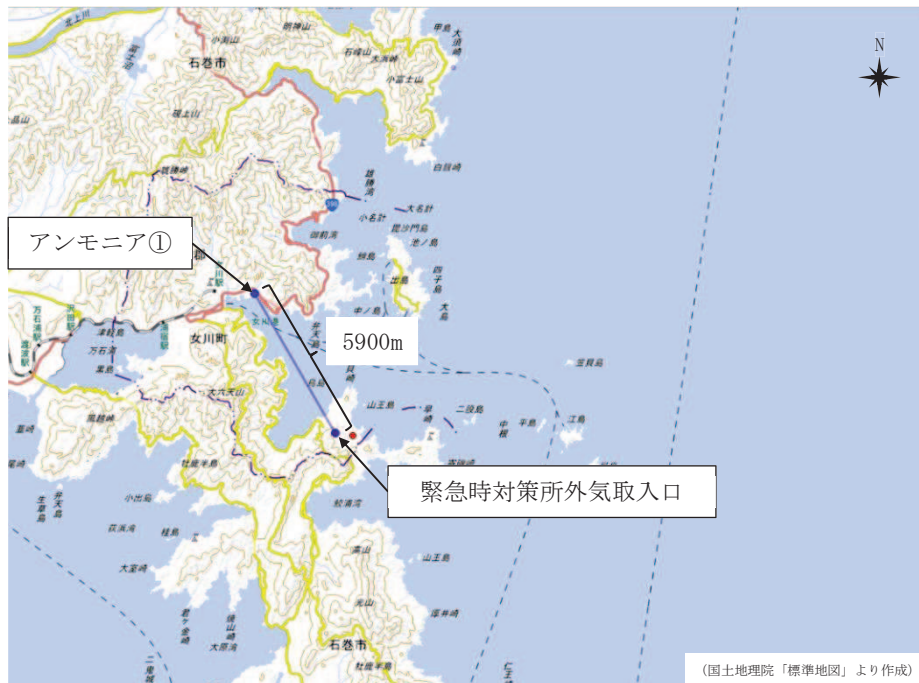


図 11 アンモニア①と緊急時対策所外気取入口との距離の評価結果



図 12 アンモニア②と緊急時対策所外気取入口との距離の評価結果



図 13 アンモニア③と緊急時対策所外気取入口との距離の評価結果



図 14 アンモニア④と緊急時対策所外気取入口との距離の評価結果

(5) 高低差について

敷地外固定源の標高については確認している（本文 第 3.1.3-1 表を参照）が、スクリーニング評価においては、評価の保守性の観点から、敷地外固定源と評価点との高低差を考慮せず、地上放出として取り扱う。

(6) まとめ

各評価点と敷地外固定源との位置関係を表 1 に示す。

表 1 各評価点と敷地外固定源との位置関係

評価点	敷地外固定源	発生源から 評価点を見た方位	評価点から 発生源を見た方位	距離※1 (m)	高低差※2 (m)
中央制御室	アンモニア①	SE	NW	6300	—
	アンモニア②	SE	NW	6700	—
	アンモニア③	WNW	ESE	2400	—
	アンモニア④	SSE	NNW	6400	—
緊急時対策所	アンモニア①	SSE	NNW	5900	—
	アンモニア②	SE	NW	6300	—
	アンモニア③	WNW	ESE	3000	—
	アンモニア④	SSE	NNW	6000	—

※1：100m 未満切り捨て

※2：評価点との高低差を考慮せず地上放出として取り扱う

2. 大気拡散評価について

相対濃度は、気象指針の大気拡散の評価式である(1)式及び(2-1)、(2)式に従い、各評価点と敷地外固定源との位置関係に基づき評価する。

スクリーニング評価に使用する相対濃度は、大気拡散の評価式により求めた相対濃度のうち年間毎時刻での外気濃度を小さい方から順に並べ、累積出現頻度 97%に当たる値とする。

累積出現頻度 97%に当たる値が得られない場合においては、累積出現頻度 98%に当たる値をスクリーニング評価に使用する。

実効放出継続時間は、気象指針に示された実効放出継続時間のうち最も短い 1 時間とする。

解析に用いる気象条件は、女川原子力発電所の安全解析に使用している気象（2012年1月～2012年12月）とする。

大気拡散評価の条件を表 2 に、相対濃度の累積出現頻度の評価結果を図 5 に示す。

なお、評価点と敷地内可動源は十分に離隔していることから、建屋影響の考慮は**実施していない。**

$$\chi/Q = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (\chi/Q)_i \cdot {}_d\delta_i \quad \cdots (1)$$

(建屋影響を考慮しない場合)

$$(\chi/Q)_i = \frac{1}{\pi \cdot \sigma_{yi} \cdot \sigma_{zi} \cdot U_i} \cdot \exp\left(-\frac{H^2}{2\sigma_{zi}^2}\right) \quad \cdots (2-1)$$

(建屋影響を考慮する場合)

$$(\chi/Q)_i = \frac{1}{\pi \cdot \Sigma_{yi} \cdot \Sigma_{zi} \cdot U_i} \cdot \exp\left(-\frac{H^2}{2\Sigma_{zi}^2}\right) \quad \cdots (2-2)$$

- χ/Q : 実効放出継続時間中の相対濃度 (s/m³)
- T : 実効放出継続時間 (h)
- $(\chi/Q)_i$: 時刻*i*における相対濃度 (s/m³)
- ${}_d\delta_i$: 時刻*i*において風向が当該方位 *d* にあるとき ${}_d\delta_i=1$
時刻*i*において風向が当該方位 *d* がないとき ${}_d\delta_i=0$
- σ_{yi} : 時刻*i*における濃度分布の *y* 方向の拡がりのパラメータ (m)
- σ_{zi} : 時刻*i*における濃度分布の *z* 方向の拡がりのパラメータ (m)
- U_i : 時刻*i*における風速 (m/s)
- H : 放出源の有効高さ (m)
- Σ_{yi} : $\left(\sigma_{yi}^2 + \frac{cA}{\pi}\right)^{1/2}$
- Σ_{zi} : $\left(\sigma_{zi}^2 + \frac{cA}{\pi}\right)^{1/2}$
- A : 建屋等の風向方向の投影面積 (m²)
- c : 形状係数

表 2 大気拡散評価の条件

項目	評価条件	選定理由
大気拡散評価モデル	「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に従い算出	有毒ガスの放出形態を考慮して設定（別紙 8-1 参照）
気象データ	女川原子力発電所における 1 年間の気象データ（2012 年 1 月～2012 年 12 月）	評価対象とする地理的範囲を代表する気象であることから設定（別紙 7 参照）
実効放出継続時間	1 時間	「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適用のため
放出源及び放出源高さ	固定源ごとに評価点との位置関係を考慮し設定	ガイドに示されたとおり設定
累積出現頻度	小さい方から累積して 97%*	ガイドに示されたとおり設定
建屋影響	考慮しない	発生源から評価点の離隔が十分あるため（別紙 8-2 参照）
濃度の評価点	中央制御室及び緊急時対策所	ガイドに示されたとおり設定

※：累積出現頻度 97%値が得られない場合においては、累積出現頻度 98%に当たる値を用いる

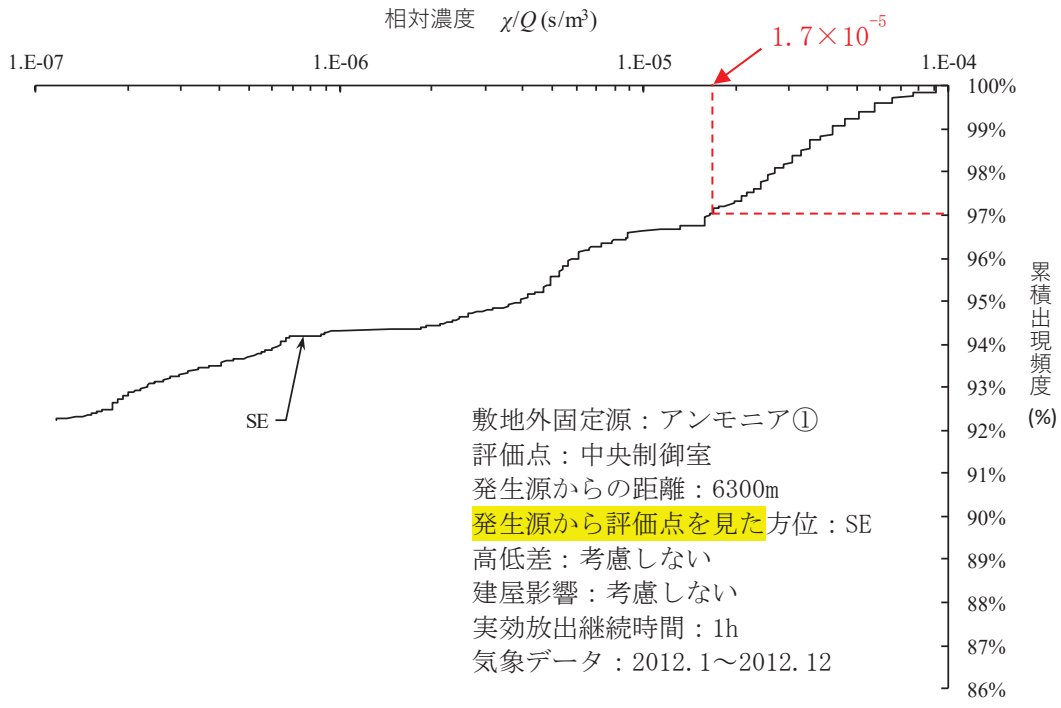


図5 相対濃度 (χ/Q) の累積出現頻度の評価結果 (1/8)

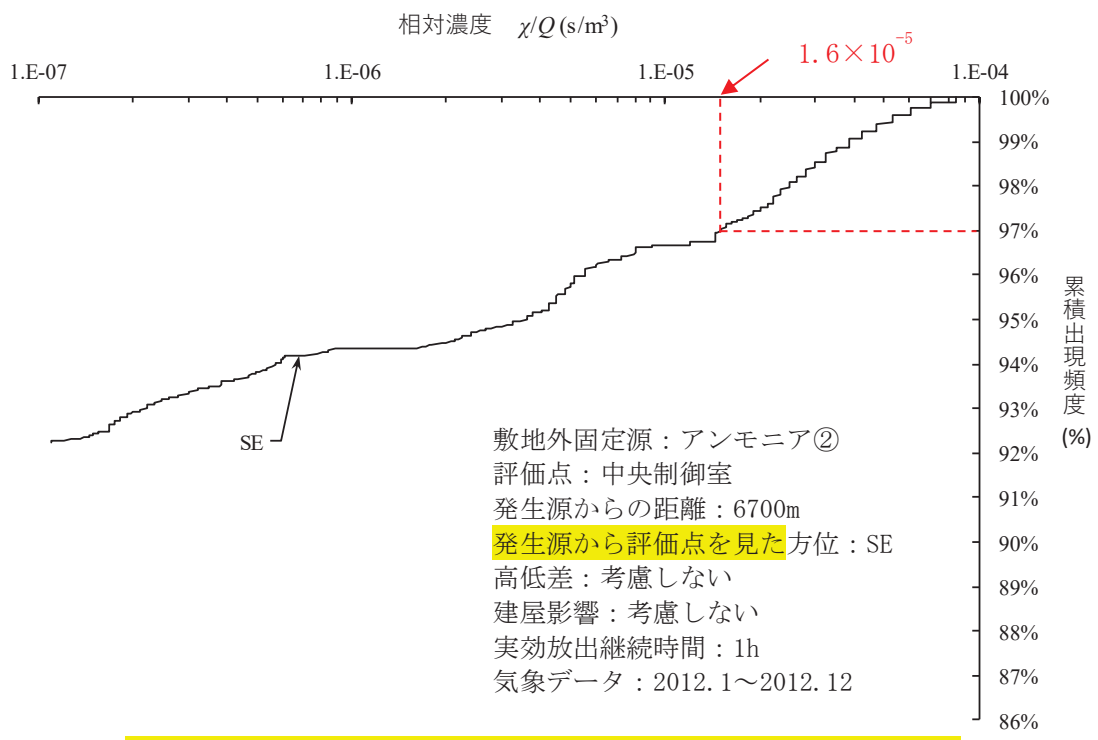


図5 相対濃度 (χ/Q) の累積出現頻度の評価結果 (2/8)

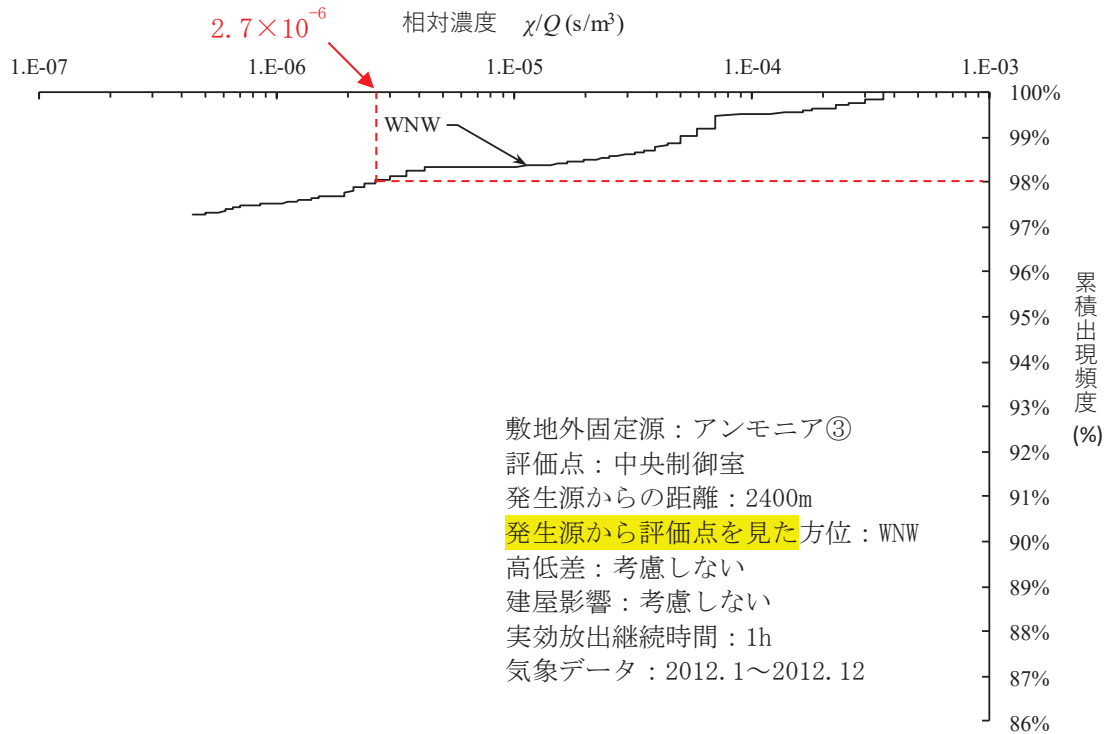


図5 相対濃度 (χ/Q) の累積出現頻度の評価結果 (3/8)

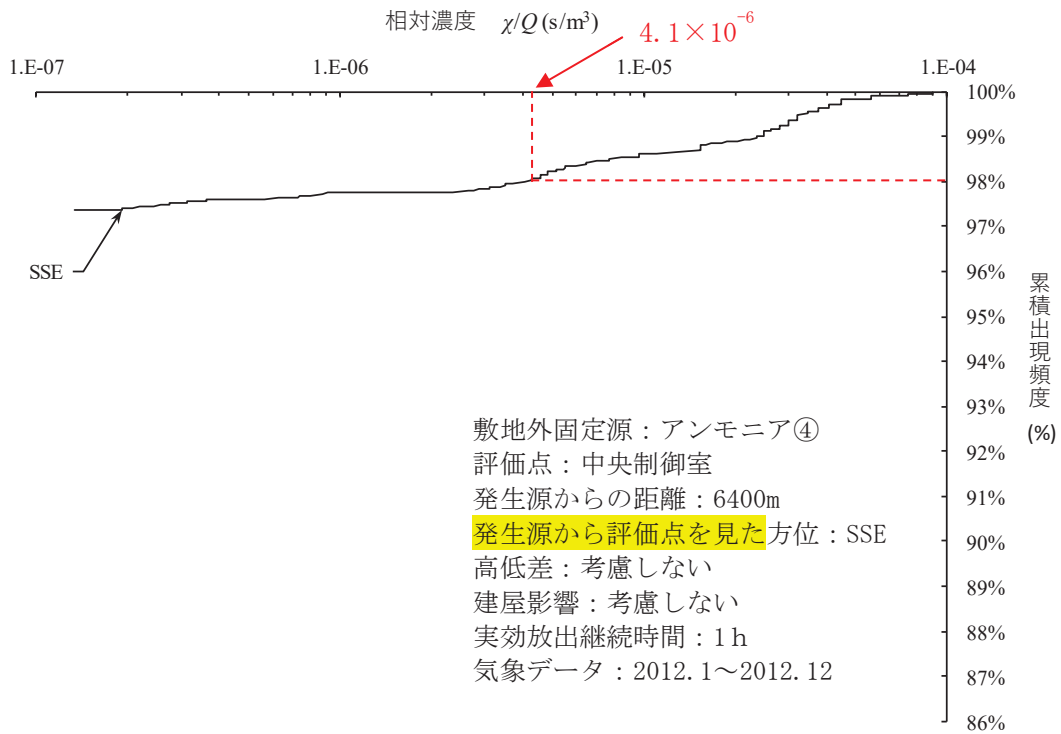


図5 相対濃度 (χ/Q) の累積出現頻度の評価結果 (4/8)

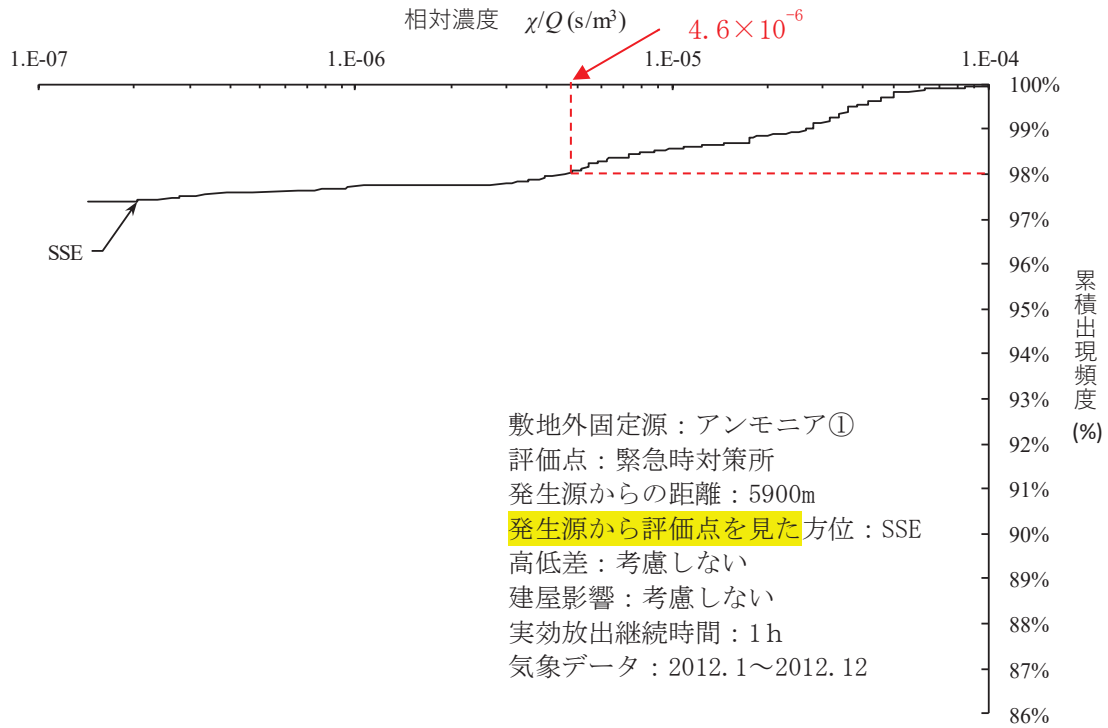


図5 相対濃度 (χ/Q) の累積出現頻度の評価結果 (5/8)

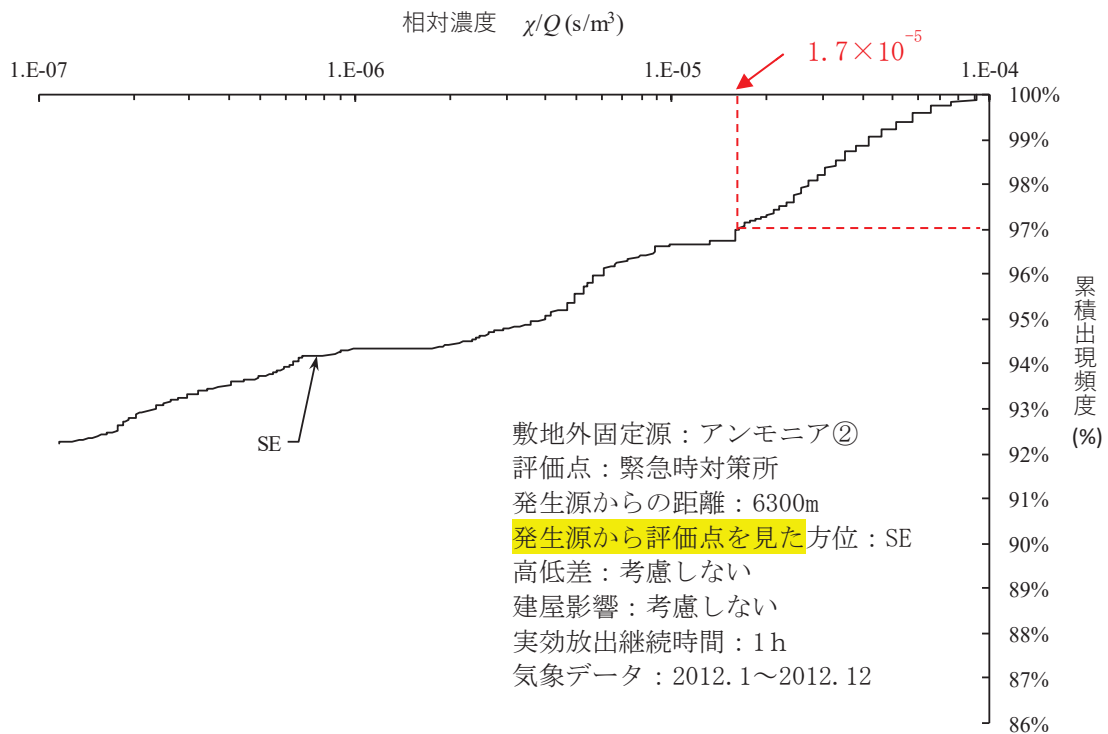


図5 相対濃度 (χ/Q) の累積出現頻度の評価結果 (6/8)

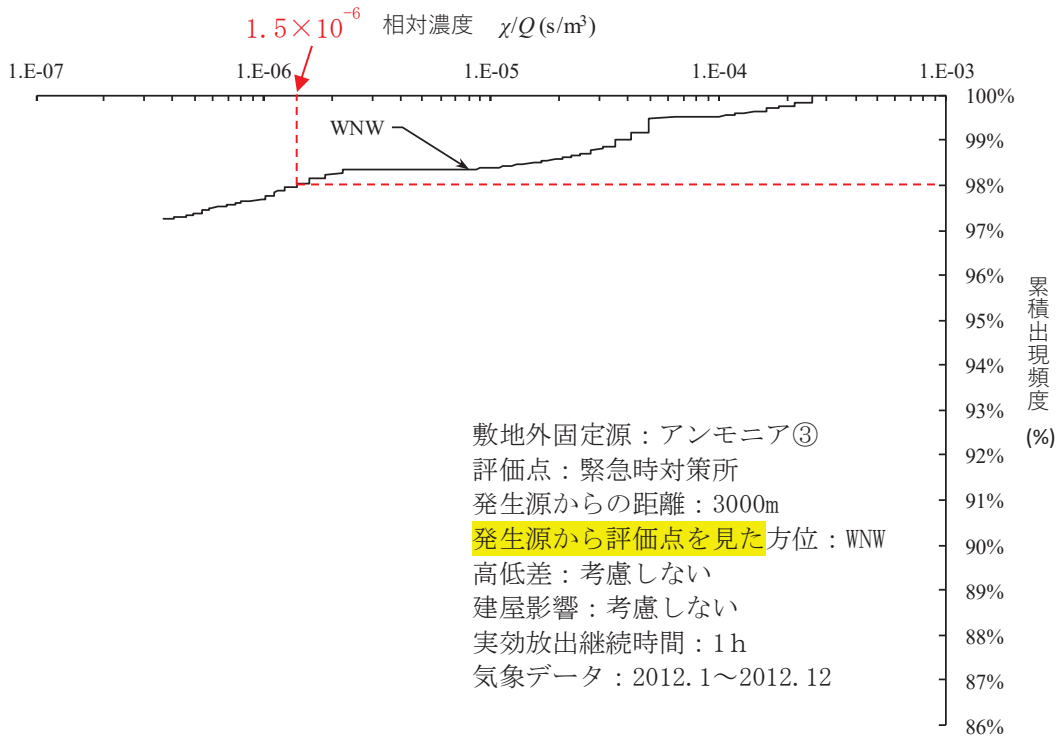


図5 相対濃度 (χ/Q) の累積出現頻度の評価結果 (7/8)

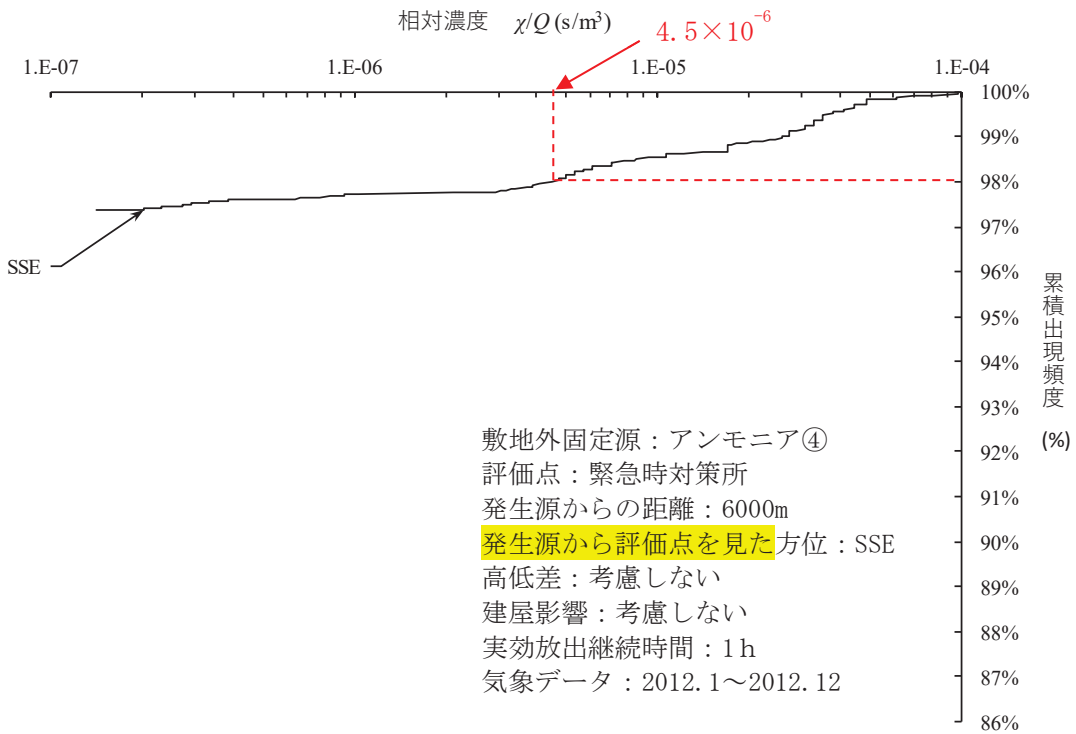


図5 相対濃度 (χ/Q) の累積出現頻度の評価結果 (8/8)

3. スクリーニング評価に用いる相対濃度について

スクリーニング評価に使用する相対濃度を表3及び表4に示す。

スクリーニング評価においては、当該の相対濃度を用いて評価点における有毒ガス濃度を求める。その際、アンモニアの分子量は17.0g/mol、気温は25℃、気圧は1気圧として評価する。

表3 相対濃度の評価結果（中央制御室）

敷地外固定源	相対濃度評価条件							相対濃度※2 (s/m ³)
	距離※1 (m)	発生源から 評価点 を見た方位	風速 (m/s)	風向	大気安定度	実効放出 継続時間 (h)	建屋影響	
アンモニア①	6300	SE	2.8	NW	F	1	考慮しない	1.7×10 ⁻⁵
アンモニア②	6700	SE	2.8	NW	F	1	考慮しない	1.6×10 ⁻⁵
アンモニア③	2400	WNW	0.8	ESE	B	1	考慮しない	2.7×10 ⁻⁶ ※3
アンモニア④	6400	SSE	1.9	NNW	D	1	考慮しない	4.1×10 ⁻⁶ ※3

※1：100m未滿切り捨て

※2：有効数字3桁目切り上げ

※3：累積出現頻度98%

表4 相対濃度の評価結果（緊急時対策所）

敷地外固定源	相対濃度評価条件							相対濃度※2 (s/m ³)
	距離※1 (m)	発生源から 評価点 を見た方位	風速 (m/s)	風向	大気安定度	実効放出 継続時間 (h)	建屋影響	
アンモニア①	5900	SSE	1.9	NNW	D	1	考慮しない	4.6×10 ⁻⁶ ※3
アンモニア②	6300	SE	2.8	NW	F	1	考慮しない	1.7×10 ⁻⁵
アンモニア③	3000	WNW	0.8	ESE	B	1	考慮しない	1.5×10 ⁻⁶ ※3
アンモニア④	6000	SSE	1.9	NNW	D	1	考慮しない	4.5×10 ⁻⁶ ※3

※1：100m未滿切り捨て

※2：有効数字3桁目切り上げ

※3：累積出現頻度98%