

本資料のうち、枠囲みの内容は、機密事項に属しますので公開できません。

柏崎刈羽原子力発電所第7号機 工事計画審査資料	
資料番号	KK7 添-1-047 改5
提出年月日	2020年9月 日

V-1-5-4 中央制御室の機能に関する説明書

2020年9月

東京電力ホールディングス株式会社

V-1-5-4 中央制御室の機能に関する説明書

- (1) 中央制御室の機能に関する説明書
(中央制御室の有毒ガス防護について除く)
- (2) 中央制御室の機能に関する説明書
(中央制御室の有毒ガス防護について)

- (1) 中央制御室の機能に関する説明書
(中央制御室の有毒ガス防護について除く)

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
2.1 中央制御室の共用	1
2.2 中央制御室制御盤等	1
2.3 外部状況把握	2
2.4 居住性の確保	2
2.5 通信連絡	3
3. 中央制御室の機能に係る詳細設計	3
3.1 中央制御室の共用	3
3.2 中央制御室制御盤等	3
3.2.1 中央制御室制御盤の構成	3
3.2.2 誤操作防止	4
3.2.3 試験及び検査	4
3.2.4 信頼性	4
3.3 外部状況把握	5
3.3.1 津波監視カメラ	5
3.3.2 気象観測設備等	5
3.3.3 公的機関からの気象情報入手	5
3.4 居住性の確保	5
3.4.1 換気設備	5
3.4.2 生体遮蔽装置	7
3.4.3 照明	7
3.4.4 酸素濃度・二酸化炭素濃度計	7
3.4.5 チェンジングエリア	8
3.4.6 データ表示装置（中央制御室待避室）	8
3.4.7 衛星電話設備（常設）（中央制御室待避室）及び無線連絡設備（常設） （中央制御室待避室）	8
3.5 通信連絡	8

1. 概要

本資料は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則」という。）第 38 条及び第 74 条並びにそれらの「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」（以下「解釈」という。）に関わる原子炉制御室（以下「中央制御室（「6,7 号機共用」（以下同じ。）」という。）のうち、中央制御室の機能について説明するものである。併せて技術基準規則第 47 条第 4 項及び第 5 項、第 77 条及びそれらの解釈に関わる中央制御室の通信連絡設備について説明する。

なお、技術基準規則第 38 条及びその解釈に係る発電用原子炉施設の外部の状況を把握する機能及び中央制御室に施設する酸素濃度計以外は要求事項に変更がないため、今回の申請において変更は行わない。

今回は、中央制御室の機能のうち、中央制御室の共用に関する機能、中央制御室制御盤等に関する機能、外部状況把握に関する機能、居住性を確保する機能及び通信連絡に関する機能について説明する。

2. 基本方針

2.1 中央制御室の共用

中央制御室は、コントロール建屋内に設置し、基準地震動 S_s による地震力に対して機能を喪失しない設計とするとともに、共用する 6 号機及び 7 号機の各号機で必要な人員を確保した上で中央制御室内を自由に行き来できる空間とし、運転員の相互融通を可能とすることで安全性の向上を図り、6 号機及び 7 号機で共用できる設計とする。

また、共用によって悪影響を及ぼさないとともに他号機のプラント監視機能が喪失しない設計とする。

中央制御室に設置又は保管する設備の一部は、監視及び操作に支障をきたすことがなく、共用により発電用原子炉施設の安全性を損なわない設計とする。

具体的な、中央制御室の共用については、V-1-1-7「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に示す。

2.2 中央制御室制御盤等

中央制御室制御盤は、反応度制御系統及び原子炉停止系統に係る設備を操作する機能、非常用炉心冷却設備等非常時に発電用原子炉の安全を確保するための設備を操作する機能、発電用原子炉及び原子炉冷却系統に係る主要な機器の動作状態を表示する機能、主要計測装置の計測結果を表示する機能及びその他の発電用原子炉を安全に運転するために必要な機能を有し、当該操作が必要となる理由となった事象が有意な可能性をもって同時にもたらされる環境条件及び発電用原子炉施設で有意な可能性をもって同時にもたらされる環境条件（地震、内部火災、内部溢水、外部電源喪失又は全交流動力電源喪失並びに中央制御室外の火災等により発生した燃焼ガスやばい煙、有毒ガス、降下火砕物及び低温による操作雰囲気悪化）を想定しても、誤操作することなく容易に運転操作することができる設計とする。

また、中央制御室の火災への防護としては、火災により発電用原子炉施設の安全性が損なわ

れないように火災の発生防止、火災の感知及び消火対策並びに火災の影響軽減対策を講じるとともに、内部溢水への防護としては、内部溢水により安全機能を損なわないために溢水源となる機器を設けない設計とする。

具体的な、火災に対する防護措置については、V-1-1-8「発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書」、内部溢水に対する防護装置については、V-1-1-9「発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書」に示す。

2.3 外部状況把握

中央制御室は、発電用原子炉施設に迫る津波等の自然現象を津波監視カメラ（「6,7号機共用」（以下同じ。））の映像により昼夜にわたり監視できる装置、気象観測設備（「1,2,3,4,5,6,7号機共用」（以下同じ。））及び公的機関から地震、津波、竜巻情報等を入手することにより発電用原子炉施設の外部の状況を把握できる機能を有する設計とする。

なお、津波監視カメラは、地震荷重等を考慮し必要な強度を有する設計とするとともに、常設代替交流電源設備から給電できる設計とする。

2.4 居住性の確保

原子炉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、従事者が支障なく中央制御室に入り、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、中央制御室の気密性、遮蔽その他の適切な放射線防護措置、気体状の放射性物質並びに中央制御室外の火災等により発生する燃焼ガスやばい煙、有毒ガス及び降下火砕物に対する換気設備の隔離その他の適切な防護措置を講じる。

炉心の著しい損傷が発生した場合において運転員がとどまるため、以下の設備により居住性を確保する。

- a. 中央制御室可搬型陽圧化空調機（「6,7号機共用」（以下同じ。））
 - (a) 中央制御室可搬型陽圧化空調機（ファン）（6,7号機共用）
 - (b) 中央制御室可搬型陽圧化空調機（フィルタユニット）（6,7号機共用）
 - (c) 中央制御室可搬型陽圧化空調機用仮設ダクト（6,7号機共用）
- b. 中央制御室待避室陽圧化装置（「6,7号機共用」（以下同じ。））
 - (a) 中央制御室待避室陽圧化装置（空気ボンベ）（6,7号機共用）
 - (b) 中央制御室待避室陽圧化装置（空気ボンベ）配管（6,7号機共用）
- c. 中央制御室用差圧計（「6,7号機共用」（以下同じ。））
- d. 中央制御室遮蔽（「6,7号機共用」（以下同じ。））
- e. 中央制御室待避室遮蔽（常設）（「6,7号機共用」（以下同じ。））
- f. 中央制御室待避室遮蔽（可搬型）（「6,7号機共用」（以下同じ。））
- g. 酸素濃度・二酸化炭素濃度計（「6,7号機共用」（以下同じ。））
- h. 可搬型蓄電池内蔵型照明（「6,7号機共用」（以下同じ。））

また、中央制御室の居住性を確保するために、原子炉建屋原子炉区域に設置された燃料取替

床ブローアウトパネルが開放した場合に、容易かつ確実に燃料取替床ブローアウトパネル閉止装置により閉止できる設計とするとともに、現場においても人力により操作が可能な設計とする。

中央制御室への汚染の持込みを防止するための身体の汚染検査，作業服の着替え等を行うための区画（以下「チェンジングエリア」という。）を設ける。

2.5 通信連絡

中央制御室の機能に関する通信連絡設備として、原子炉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の際に、操作等の指示，連絡を行うことができる警報装置及び多様性を確保した所内通信連絡設備並びに重大事故等が発生した場合において、発電所内の通信連絡をする必要のある場所と通信連絡を行うことができる所内通信連絡設備により、発電所内の通信連絡をする必要のある場所と通信連絡できる機能を有する設計とする。

また、設計基準事故その他の異常の際並びに重大事故等が発生した場合において、発電所外の通信連絡をする必要がある場所と通信連絡を行うことができる所外通信連絡設備により、発電所外の通信連絡をする必要がある場所と通信連絡ができる機能を有する設計とする。

3. 中央制御室の機能に係る詳細設計

3.1 中央制御室の共用

中央制御室は、6号機及び7号機で共用することにより、各号機で必要な人員を確保した上で、6号機及び7号機の中央制御室を自由に行き来できる空間とし、プラントの状況に応じた運転員の相互融通を可能とすることで、6号機及び7号機の安全性が向上する設計とする。

また、各号機の監視・操作盤は、共用によって悪影響を及ぼさないよう独立して設置することで、一方の号機の監視・操作中に、他号機のプラント監視機能が喪失しない設計とする。

中央制御室に設置又は保管する設備の一部は、監視及び操作に支障をきたすことがなく、共用により発電用原子炉施設の安全性を損なわない設計とする。

3.2 中央制御室制御盤等

3.2.1 中央制御室制御盤の構成

中央制御室制御盤は、発電用原子炉及び主要な関連設備の監視操作を可能とした中央運転監視盤及び運転監視補助盤で構成する。

中央運転監視盤及び運転監視補助盤は、プラントの起動／停止，トリップ等に関連する運転上重要な設備の監視操作及び通常運転時において監視操作の頻度が高い設備についての監視及び操作ができる設計とする。

運転監視補助盤は、放射線モニタの監視や換気空調系（常用及び非常用）の監視及び操作ができる設計とする。

主要な監視及び操作の対象を表3-1に示す。

また、重大事故等対処設備の遠隔監視及び操作を行うためのSA用制御盤として、高圧代替注水系制御盤及び格納容器圧力逃がし装置盤等を中央制御室内に設置する。対象となる

補機・弁などの制御を行うとともに、監視及び操作できる設計とする。

重大事故等時の主要な監視及び操作の対象（設計基準事故対処設備と兼用する中央制御室制御盤を含む。）を表 3-2 に示す。

3.2.2 誤操作防止

中央制御室の環境条件*、中央制御室の配置及び作業空間に留意するとともに、中央制御室の表示装置（CRT 及びフラットディスプレイ）及び操作器をシステム毎にグループ化した配列及び色分けによる識別や操作器のコーディング（色、形状、大きさ等の視覚的要素での識別）等を行うことで、通常運転、運転時の異常な過渡変化、設計基準事故時及び重大事故等時において運転員の誤操作を防止するとともに容易に操作ができる設計とする。

また、地震による中央制御室制御盤及び SA 用制御盤への誤接触を防止し、安全を確保できるよう、運転監視補助盤に手すりを設ける設計とするとともに、5 号機原子炉建屋内緊急時対策所（6,7 号機共用, 5 号機に設置）との情報伝達に不備が生じないように、必要な情報を運転員を介さずとも確認できる装置（安全パラメータ表示システム（SPDS）を 5 号機原子炉建屋内緊急時対策所（対策本部・高気密室）（6,7 号機共用, 5 号機に設置）（以下「緊急対策所（対策本部）」という。）に設ける設計とする。

フラットディスプレイはタッチオペレーション方式とし、タッチ方式を一貫（弁・補機の操作は、2 タッチ（選択+操作指令）方式）することにより、運転員の誤操作を防止するとともに容易に操作ができる設計とする。

現場盤の盤面機器も中央制御室制御盤及び SA 用制御盤と同様に、システム毎にグループ化した配列及び色分けによる識別や操作器のコーディング等を行うことで、通常運転、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故時において運転員の誤操作を防止し、容易に操作ができる設計とするとともに、設計基準事故時に操作が必要な箇所は環境条件を想定し、操作環境及び照明の確保を行うことにより容易に操作することができる設計とする。

誤操作することなく適切に運転操作するための対策を表 3-3 に示す。

注記*： 通常運転時の環境条件、当該操作が必要となる理由となった事象が有意な可能性をもって同時にもたらされる環境条件及び発電用原子炉施設で有意な可能性をもって同時にもたらされる環境条件（地震、内部火災、内部溢水、外部電源喪失又は全交流動力電源喪失並びに中央制御室外の火災等により発生した燃焼ガスやばい煙、有毒ガス、降下火砕物及び低温による操作雰囲気悪化）

3.2.3 試験及び検査

中央制御室制御盤、SA 用制御盤及び現場盤は、中央制御室制御盤、SA 用制御盤及び現場盤で監視又は操作を行う試験及び検査ができる設計とする。

3.2.4 信頼性

中央制御室制御盤、SA 用制御盤及び現場盤に設置する警報機能は、一部の機能が故障した場合においても、その機能がすべて喪失しない設計とする。また、その機能が喪失し

たことを把握できる設計とするとともに、現場盤の警報は中央制御室に一括警報を発する設計とする。

3.3 外部状況把握

3.3.1 津波監視カメラ

発電用原子炉施設に影響を及ぼす可能性がある自然現象や発電所構内の状況（海側，山側）を監視するため，屋外に暗視機能等を持った津波監視カメラを設置し，中央制御室にて遠隔操作することにより昼夜にわたり監視することができる設計とする。

津波監視カメラは，7号機原子炉建屋屋上の主排気筒に設置し，6号機及び7号機で共用する設計とする。

共用にあたっては，隣接する6号機及び7号機発電用原子炉施設に迫る自然現象を共通要因として把握するものであり，監視に必要な要件を満足する仕様とすることで，共用によって安全性を損なうことのない設計とする。

津波監視カメラは耐震Sクラスの設備とし，地震，積雪，降下火砕物，降雨及び風の荷重を適切に考慮し必要な強度を有する設計とするとともに常設代替交流電源設備から給電できる設計とする。

津波監視カメラで把握可能な自然現象等を表3-4，津波監視カメラの仕様を表3-5，津波監視カメラの配置を図3-1に示す。

具体的な津波監視カメラの強度及び給電の機能は，V-1-1-3「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」に示す。

3.3.2 気象観測設備等

発電所構内の状況の把握に有効なパラメータは，気象観測設備等で測定し中央制御室にて確認できる設計とする。

中央制御室で入手できる外部状況把握可能なパラメータ及び計測範囲を表3-6に示す。

なお，その他重大事故等時の対応として，屋外に保管している可搬型気象観測装置により風向，風速その他の気象条件を測定し，及びその結果を記録することができる設計とする。

3.3.3 公的機関からの気象情報入手

中央制御室に電話，FAX等を設置し，公的機関からの地震，津波，竜巻情報等を入手できる設計とする。

3.4 居住性の確保

3.4.1 換気設備

中央制御室換気空調系は，設計基準事故が発生した場合において，チャコールフィルタを通る再循環運転とし，運転員を放射線被ばくから防護する設計とするとともに，運転操作に適した室温（21℃～26℃）に調整可能な設計とする。

また、重大事故等が発生した場合においては、中央制御室可搬型陽圧化空調機により、中央制御室を陽圧化することで、インリークを防止可能な設計とする。

中央制御室外の火災等により発生した燃焼ガスやばい煙、有毒ガス及び降下火砕物に対しても再循環運転に切替えることにより、外部雰囲気から隔離できる設計とする。

また、再循環運転による酸欠防止を考慮して外気取り入れの再開が可能な設計とするが、設計基準事故時 30 日間空気の取り込みを一時的に停止した場合においても、室内の酸素濃度及び二酸化炭素濃度が事故対策のための活動に支障がない濃度を確保できるとともに、中央制御室の気密性及び中央制御室遮蔽の機能とあいまって、居住性に係る判断基準 100mSv を超えない設計とする。

さらに、重大事故等時に、中央制御室可搬型陽圧化空調機により 7 日間中央制御室を陽圧化した場合においても、室内の酸素濃度及び二酸化炭素濃度が事故対策のための活動に支障がない濃度を確保できるとともに、中央制御室の気密性及び中央制御室遮蔽、中央制御室待避室遮蔽（常設）及び中央制御室待避室遮蔽（可搬型）の機能とあいまって、居住性に係る判断基準 100mSv を超えない設計とする。

また、炉心の著しい損傷後に格納容器圧力逃がし装置を作動させる場合に放出される放射性雲通過時に、中央制御室待避室を中央制御室待避室陽圧化装置で陽圧化することにより、放射性物質が中央制御室待避室に流入することを一定時間完全に防ぐことができる設計とするとともに、原子炉格納容器から漏れ出した空気中の放射性物質の濃度を低減するため非常用ガス処理系を設ける設計とする。

コントロール建屋と中央制御室との間の陽圧化に必要な差圧及び、コントロール建屋と中央制御室待避室との間の陽圧化に必要な差圧を監視できる計測範囲として 0～200Pa 以上を有する中央制御室用差圧計を 1 セット 2 個に加えて故障時及び保守点検時による待機除外時のバックアップ用として予備 1 個の合計 3 個設置する設計とする。原子炉建屋原子炉区域に設置された燃料取替床ブローアウトパネルは、開放した場合に容易かつ確実に燃料取替床ブローアウトパネル閉止装置により閉止できる設計とするとともに、現場においても人力により閉止操作が可能な設計とする。これらにより、中央制御室の居住性を確保する設計とする。具体的な、換気設備の機能については、V-1-7-3「中央制御室の居住性に関する説明書」、また、燃料取替床ブローアウトパネル閉止装置の機能・設計については、V-1-1-7-別添 4「ブローアウトパネル関連設備の設計方針」に示す。

中央制御室換気空調系は、地震、竜巻・風（台風）、積雪、落雷、外部火災、降下火砕物の降下に伴い外部電源が喪失した場合に、非常用ディーゼル発電機が起動することにより電源が確保される設計とする。

また、炉心の著しい損傷が発生した場合においては、中央制御室可搬型陽圧化空調機により中央制御室内を陽圧化するとともに、全交流動力電源喪失時は常設代替交流電源設備である第一ガスタービン発電機（「6,7 号機共用」（以下同じ。））から給電できる設計とする。

燃料取替床ブローアウトパネル閉止装置は、全交流動力電源喪失時においても、第一ガスタービン発電機から給電できる設計とする。

具体的な、中央制御室可搬型陽圧化空調機への給電の機能は、V-1-9-1-1「非常用発電装置の出力の決定に関する説明書」に示す。

3.4.2 生体遮蔽装置

中央制御室遮蔽は、設計基準事故が発生した場合においては事故後 30 日間とどまっても中央制御室の気密性及び中央制御室換気空調系の機能とあいまって、居住性に係る判断基準 100mSv を超えない設計とする。また、中央制御室遮蔽、中央制御室待避室遮蔽（常設）及び中央制御室待避室遮蔽（可搬型）は、炉心の著しい損傷が発生した場合において、中央制御室の気密性、中央制御室可搬型陽圧化空調機及び中央制御室待避室陽圧化装置の機能とあいまって、運転員の実効線量が 7 日間で 100mSv を超えない設計とする。

具体的な、中央制御室の遮蔽設計、その他の適切な防護の妥当性評価は、V-4-2-1「中央制御室の生体遮蔽装置の放射線の遮蔽及び熱除去についての計算書」に示す。

3.4.3 照明

操作に必要な照明は、地震、竜巻・風（台風）、積雪、落雷、外部火災、降下火砕物の降下に伴い外部電源が喪失した場合、非常用ディーゼル発電機が起動することにより照明用電源が確保されるとともに、全交流動力電源喪失時から重大事故等に対処するために必要な電力の供給が第一ガスタービン発電機から開始されるまでの間においても、中央制御室の直流非常灯及び蓄電池内蔵型照明により、運転操作に必要な照明を確保できる設計とする。

重大事故等時においても、必要な照明は可搬型蓄電池内蔵型照明により確保できる設計とするとともに、全交流動力電源喪失時においても、常設代替交流電源設備である第一ガスタービン発電機から給電できる設計とする。

具体的な、中央制御室照明及び可搬型蓄電池内蔵型照明の機能、照明設備への給電の機能は、V-1-1-13「非常用照明に関する説明書」に示す。

3.4.4 酸素濃度・二酸化炭素濃度計

設計基準事故時及び重大事故等時の対応として、中央制御室及び中央制御室待避室内の酸素及び二酸化炭素濃度を確認する電池式の可搬型の酸素濃度・二酸化炭素濃度計は、活動に支障がない範囲にあることの測定が可能なものを、1セット3個に加えて故障時及び保守点検時による待機除外時のバックアップ用として1個の合計4個を分散して保管する設計とする。また、酸素濃度・二酸化炭素濃度計は、付属のスイッチにより容易かつ確実に操作が可能な設計とする。可搬型の酸素濃度・二酸化炭素濃度計の仕様を表3-7に示す。

具体的な中央制御室内の酸素濃度及び二酸化炭素濃度の評価については、V-1-7-3「中央制御室の居住性に関する説明書」に示す。

3.4.5 チェンジングエリア

炉心の著しい損傷が発生し、中央制御室の外側が放射性物質により汚染した状況下において、中央制御室への汚染の持込みを防止することができるよう身体の汚染検査、作業服の着替え等を行うための区画を設けることができる設計とする。

具体的な、チェンジングエリアの機能については、V-1-7-2「管理区域の出入管理設備及び環境試料分析装置に関する説明書」に示す。

3.4.6 データ表示装置（中央制御室待避室）

炉心の著しい損傷が発生した場合においても、中央制御室待避室に待避した運転員が、データ表示装置（中央制御室待避室）により中央制御室待避室の外に出ることなく発電用原子炉施設の主要な計測装置の監視を行うことができる設計とする。

また、データ表示装置（中央制御室待避室）は、中央制御室待避室に7号機用1台を設置する設計とする。

データ表示装置（中央制御室待避室）は、全交流動力電源喪失時においても、常設代替交流電源設備である第一ガスタービン発電機から給電できる設計とする。

3.4.7 衛星電話設備（常設）（中央制御室待避室）及び無線連絡設備（常設）（中央制御室待避室）

炉心の著しい損傷が発生した場合においても運転員がとどまるために、衛星電話設備（常設）（中央制御室待避室）及び無線連絡設備（常設）（中央制御室待避室）により、中央制御室待避室に待避した運転員が、緊急時対策所（対策本部）と通信連絡できる設計とする。

衛星電話設備（常設）（中央制御室待避室）及び無線連絡設備（常設）（中央制御室待避室）は、全交流動力電源喪失時においても、常設代替交流電源設備である第一ガスタービン発電機又は可搬型代替交流電源設備から給電できる設計とする。

3.5 通信連絡

原子炉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の際に、中央制御室等から人が立ち入る可能性のある原子炉建屋、タービン建屋等の建屋内外各所の人に操作、作業、退避の指示、事故対策のための集合等の連絡をブザー鳴動及び音声により行う警報装置及び音声等により行う多様性を確保した所内通信連絡設備により、発電所内の通信連絡をする必要のある場所と通信連絡できる設計とする。

重大事故等が発生した場合において、衛星電話設備（常設）等の所内通信連絡設備により、発電所内の通信連絡をする必要のある場所と通信連絡できる設計とする。

設計基準事故その他の異常の際並びに重大事故等が発生した場合において、発電所外の通信連絡をする必要がある場所と通信連絡を行うことができる所外通信連絡設備により、発電所外の通信連絡をする必要がある場所と通信連絡ができる設計とする。

具体的な通信連絡設備については、V-1-1-11「通信連絡設備に関する説明書」に示す。

表 3-1 通常運転，運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故時の
 主要な監視及び操作の対象 (1/2)

機能	監視及び操作の対象
反応度制御系統及び原子炉停止系統に関わる設備の操作機能	制御棒駆動系の手動操作，原子炉スクラムの手動操作
非常用炉心冷却設備等，非常時に発電用原子炉の安全を確保するための設備の操作機能	非常用炉心冷却系設備の手動操作，原子炉格納容器スプレイの手動操作，主蒸気隔離弁の手動操作，原子炉格納容器隔離弁の手動操作，冷温停止への移行の手動操作
発電用原子炉及び原子炉冷却設備に係る主要な機器又は器具の動作状態の表示機能	制御棒の動作状態，発電用原子炉及び原子炉冷却材系統に関わる主要なポンプの動作状態，発電用原子炉及び原子炉冷却材系統に係る主要な弁の開閉状態
主要計測装置の計測結果表示機能	中性子束，制御棒位置，原子炉スクラム用電磁接触器の状態，原子炉圧力，原子炉水位（広帯域，燃料域），サブプレッションチェンバプール水位，サブプレッションチェンバプール水温度，復水貯蔵槽水位，原子炉隔離時冷却系系統流量，高圧炉心注水系系統流量，残留熱除去系系統流量，格納容器内圧力，格納容器内水素濃度，格納容器内酸素濃度，格納容器内雰囲気放射線モニタ，非常用ガス処理系排気流量，可燃性ガス濃度制御系流量等
発電用原子炉の運転に著しい支障を及ぼすおそれが生じた場合，放射性物質の濃度若しくは線量当量率が著しく上昇した場合又は流体上の放射性廃棄物が著しく漏えいするおそれが生じた場合に当該異常状態を警報表示する機能	原子炉水位の低及び高警報，原子炉圧力の高警報，中性子束レベルの高警報，プロセスモニタリング設備の高警報，エリアモニタリング設備の高警報，ドレンサンプの水位警報，使用済燃料貯蔵プール水位の低及び水温の高警報等
安全保護系及びそれにより駆動又は制御される機器の状態表示機能	原子炉非常停止信号の各チャンネルの状態表示* ¹ ，工学的安全施設作動信号の各チャンネルの状態表示* ¹ ，原子炉非常停止信号により動作する機器の状態表示* ² ，工学的安全施設作動信号により動作する機器の状態表示

表 3-1 通常運転，運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故時の
 主要な監視及び操作の対象 (2/2)

機能	監視及び操作の対象
発電用原子炉施設の外部の状況の把握機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ 発電用原子炉施設の影響を及ぼす可能性のある自然現象等（地震，津波，風（台風），竜巻，降水，積雪，落雷，火山，外部火災（森林火災，近隣工場等の火災を含む），船舶の衝突）の影響や発電用原子炉施設の外部状況 ・ 津波，風（台風），竜巻，低温，降水等による発電用原子炉施設内の状況の把握に有効なパラメータ（風向，風速，気温，降水量等） ・ 公的機関からの地震，津波，竜巻，落雷等の気象情報

注記*1： バイパス状態を含む。

*2： 使用不能状態を含む。

表 3-2 重大事故等時の主要な監視及び操作の対象

機能	監視及び操作の対象
重大事故等対処設備の表示機能	原子炉圧力容器温度，原子炉圧力，原子炉圧力（SA），原子炉水位（広帯域），原子炉水位（燃料域），原子炉水位（SA），高圧代替注水系系統流量，原子炉隔離時冷却系系統流量，高圧炉心注水系系統流量，復水補給水系流量（RHR A 系代替注水流量），復水補給水系流量（RHR B 系代替注水流量），残留熱除去系系統流量，復水補給水系流量（格納容器下部注水流量），ドライウェル雰囲気温度，サプレッションチェンバ氣體温度，サプレッションチェンバプール水温度，格納容器内圧力（D/W），格納容器内圧力（S/C），サプレッションチェンバプール水位，格納容器下部水位，格納容器内水素濃度，格納容器内水素濃度（SA），格納容器内雰囲気放射線モニタ（D/W），格納容器内雰囲気放射線モニタ（S/C），起動領域モニタ，出力領域モニタ，復水補給水系温度（代替循環冷却），フィルタ装置水位，フィルタ装置入口圧力，フィルタ装置出口放射線モニタ，フィルタ装置水素濃度，フィルタ装置金属フィルタ差圧，フィルタ装置スクラバ水 pH，耐圧強化ベント系放射線モニタ，残留熱除去系熱交換器入口温度，残留熱除去系熱交換器出口温度，原子炉補機冷却水系系統流量，残留熱除去系熱交換器入口冷却水流量，高圧炉心注水系ポンプ吐出圧力，残留熱除去系ポンプ吐出圧力，復水貯蔵槽水位（SA），復水移送ポンプ吐出圧力，原子炉建屋水素濃度，静的触媒式水素再結合器動作監視装置，格納容器内酸素濃度，使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA 広域），使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA），使用済燃料貯蔵プール放射線モニタ（高レンジ），使用済燃料貯蔵プール放射線モニタ（低レンジ），使用済燃料貯蔵プール監視カメラ
重大事故等対処設備の操作機能	ATWS 緩和設備，原子炉隔離時冷却系，高圧炉心注水系，残留熱除去系，格納容器下部注水系，代替循環冷却系，高圧代替注水系，格納容器圧力逃がし装置，耐圧強化ベント系，常設代替交流電源設備等

表 3-3 誤操作することなく適切に運転操作するための対策(1/3)

項目	対策
環境条件	<p>(1) 中央制御室の換気空調設備により、運転操作に適した室温（21～26℃）、湿度（10～60%RH）に調整可能な設計とする。</p> <p>(2) 中央制御室の照明は、運転操作に必要な照度として 1000lx を確保するとともに、照明反射によるインターフェイス機器監視の阻害要因を排除する。</p> <p>(3) 運転員同士の会話が阻害されるような騒音を防止する。</p>
配置及び作業空間	<p>(1) 中央制御室の運転・操作エリアは、すべての運転状態において、運転員がそれぞれの運転タスクを適切に行えるよう、区分等を考慮する。</p> <p>(2) 中央制御室は、運転員相互の視認性及び運転員間のコミュニケーションを考慮して配置する。</p> <p>(3) 動作範囲は、運転員動線と運転員同士の輻輳回避を考慮する。</p>
制御盤の盘面配置	<p>(1) 運転監視補助盤に設置する警報窓は、運転・操作エリアから監視できるようにする。</p> <p>(2) 操作頻度の高い制御機器及び緊急時に操作を必要とする制御機器は、容易に手の届く範囲に配置する。操作に関連する指示計及び表示装置（CRT 及びフラットディスプレイ）は、操作を行う位置から監視できるようにする。</p> <p>(3) 機器は、左右逆となる鏡対称とならないよう配置する。</p> <p>(4) 表示装置及び制御機器は、系統区分に従ったグループにまとめる。</p> <p>(5) 系統区分に従ったグルーピングと異なるグルーピングを同時に用いる場合は、異なるグルーピングが混乱の原因とならないよう配慮する。</p> <p>(6) コーディングの考え方を中央制御室全体で統一する。</p> <p>(7) ラベリングは、同一プラント内で整合性をもつようにする。</p>

表 3-3 誤操作することなく適切に運転操作するための対策(2/3)

項目	対策
表示システム	<p>(1) 情報機能</p> <p>運転員への情報提供として以下を考慮する。</p> <p>a. 通常時及び事故時の運転に必要な情報や、安全上必要な情報は、網羅して表示する。また、事故時においても、あらかじめ定められた精度及び範囲で表示する。</p> <p>b. 情報の表示は、理解し易い適切な表示方法とする。</p> <p>(a) 制御盤に情報を表示する場合</p> <p>イ. 系統区分に従ったグルーピングにまとめる。異なるグルーピングを同時に用いる場合は、異なるグルーピングが混乱の原因とならないよう配慮する。</p> <p>ロ. コーディングの考え方を中央制御室全体で統一する。</p> <p>ハ. ラベリングは、同一プラント内で整合性をもつようにする。</p> <p>(b) CRT 及びフラットディスプレイに情報を表示する場合</p> <p>イ. 安全上重要な設備に関する監視機能を適切な場所に設置する。</p> <p>ロ. 情報の配置、形状などの設定を一貫して適用し、個々の表示目的にふさわしい表示形式を選定する。また、タスク分析などに基づいて情報の適切な使われ方を考慮した形式で表示する。</p> <p>ハ. 運転員の慣習に適合した情報表示を行う。</p> <p>ニ. 機能分析及びタスク分析から必要とされる情報のまとまりを、極力一つの画面に表示する。</p> <p>ホ. 情報は、表示機能又は情報のまとまりごとにグループ分けする。</p> <p>c. 制御盤や表示装置にミミックを用いる場合は、プロセスの流れ、事象の流れと整合をとる。</p> <p>d. 検出器などの不作動又は除外により、情報を提供できない場合は、運転員がそのことを知ることができる。</p> <p>e. データ収集及びデータ処理において、入力信号のサンプリング周期及び処理速度が、プロセスの変化速度に十分追従できる。</p> <p>f. 表示データの更新が、運転操作に対して十分な速度で行われる。</p>

表 3-3 誤操作することなく適切に運転操作するための対策(3/3)

項目	対策
表示システム	<p>(2) 警報機能</p> <p>運転員への警報提供として以下を考慮する。</p> <ul style="list-style-type: none"> a. 警報発生に伴い、その確認と操作が運転員の負荷を過度に増加させないよう考慮する。 b. プラント運転状態に応じた不要な警報の発生を防止し、新たに発生した警報の確認を阻害しないようにする。 c. 警報は、警報原因の速やかな運転対応操作ができるような場所に表示する。 d. 新たに発生した警報が、音、点滅光等で認識できるようにする。 e. 警報は、確認操作により、点滅光から連続点灯等、点灯状況が変わる。 f. 警報原因が消滅した場合は、警報は、元の状態に復帰できる。
制御機能	<ul style="list-style-type: none"> a. 制御機器の大きさ、操作に要する力、触覚フィードバック等を考慮する。 b. 制御機器の操作方法は、運転員の慣習に基づく動作・方向感覚に合致したものとする。 c. 制御機器の色、形、大きさのコーディング方法や操作方法について一貫性を持たせる。また、安全上の重要な制御機器は、他の制御機器と識別する。 d. タッチオペレーション方式による制御の場合は、以下とする。 <ul style="list-style-type: none"> (a) タッチ領域は、枠などを表示することにより、その領域がタッチ領域であることが区別された表示とする。 (b) タッチを受け付けたことを示す打ち返し表示を行う。また、その打ち返し表示は、運転員の認知的特性に対して長すぎない時間内に行う。 (c) プラント設備の操作に係るタッチ領域には、タッチミスが発生しないような大きさ及び間隔を確保する。 (d) 原則として、一貫したタッチ方式を用いる。 (e) タッチ操作器の呼出しによって表示される制御器及び操作器の数は、原則として1つとする。 (f) 画面上に予め制御器及び操作器を配置しておく場合には、タッチ領域の大きさ及びタッチ領域間の距離を考慮して制御器及び操作器を配置する。 e. 情報の表示が制御の結果生じる状態と符合する。 f. 機器を制御する情報と制御結果は、その関係がわかりやすいように近接して配置する。

制御機能 (続き)	<p>g. 制御機器を操作する際に必要となる監視情報は、極力同じ画面に配置する。</p> <p>h. 非安全な操作ができないための対応</p> <p>(a) 操作器は、不安全な操作や運転員の意図しない操作を防止するよう、操作器の適切な配置（操作時に対象外の操作器に触れることがないよう配置）、保護カバーの設置、キー付型スイッチの設置、押釦スイッチを配置する。</p> <p>(b) 操作器の操作方法は、運転員の慣習に基づく動作・方向感覚に合致させる。</p> <p>(c) 操作器は、大きさ、形状等、操作性を考慮して選定し、操作器の色、形状、操作方法は一貫性を持ち、用途に応じて統一性を持たせた設計とする。また、安全上の重要な操作器は他の操作器と色分けによる識別が可能な設計とする。</p>
--------------	---

表3-4 津波監視カメラにより把握可能な自然現象

自然現象等	把握できる発電用原子炉施設の外の状況
地震	地震発生後の発電所構内及び原子炉施設への影響の有無
津波	津波襲来の状況や発電所構内及び原子炉施設への影響の有無
風（台風）	風（台風）・竜巻による発電所及び原子炉施設への被害状況や設備周辺における影響の有無
竜巻	
降水	発電所構内の排水状況や降雨の状況
積雪	降雪の有無や発電所構内及び原子炉施設への積雪状況
落雷	発電所構内及び原子炉施設周辺の落雷の有無
火山	降下火砕物の有無や堆積状況
外部火災*	火災状況、ばい煙の方向確認や発電所構内及び原子炉施設への影響の有無
船舶の衝突	発電所港湾施設等に衝突した船舶の状況確認及び原子炉施設への影響の有無

注記*： 外部火災は「森林火災」、「近隣工場等の火災」を含む。

表3-5 津波監視カメラの仕様

設置場所	7号機原子炉建屋屋上主排気筒
暗視機能	あり（赤外線カメラ）
ズーム機能	可視カメラ／ズームなし 赤外線カメラ／デジタルズーム4倍
遠隔上下左右可動	上下左右可能 (垂直±90° / 水平360°)

表 3-6 中央制御室で入手できる外部状況把握可能なパラメータ及び計測範囲

設備名	パラメータ		計測範囲	
気象観測設備	大気温度		-20～40℃	
	雨雪量計		0～110mm/h	
	風向（風車型） （地上 10m）		16 方位	
	風速（風車型） （地上 10m）		0～60m/s	
	風向（ドップラーソーダ） （T. M. S. L. 85m/ T. M. S. L. 160m）		16 方位	
	風速（ドップラーソーダ） （T. M. S. L. 85m/ T. M. S. L. 160m）		0～30m/s	
	日射量		0～1.43kW/m ²	
	放射収支量		-0.140～0.000kW/m ²	
津波監視設備	取水槽水位		T. M. S. L. -5000mm～ T. M. S. L. 9000mm	
固定式周辺モニタリング設備	モニタリングポスト	空間線量率	低レンジ（NaI（Tl）シンチレーション）	10～10 ⁴ nGy/h
			高レンジ（イオンチェンバ）	10～10 ⁸ nGy/h

表3-7 酸素濃度・二酸化炭素濃度計の仕様

名称	仕様	
酸素濃度・二酸化炭素濃度計	検知原理	二酸化炭素：赤外線式 酸素：ガルバニ電池式
	測定範囲	二酸化炭素：0～10.00vol% 酸素：0～25.0vol%
	精 度	二酸化炭素：±0.25vol% 酸素：±0.7vol%
	電 源	電源：電池式（交換により容易に電源が確保できるもの） 測定可能時間：約8時間
	個 数	3 個（予備 1 個）

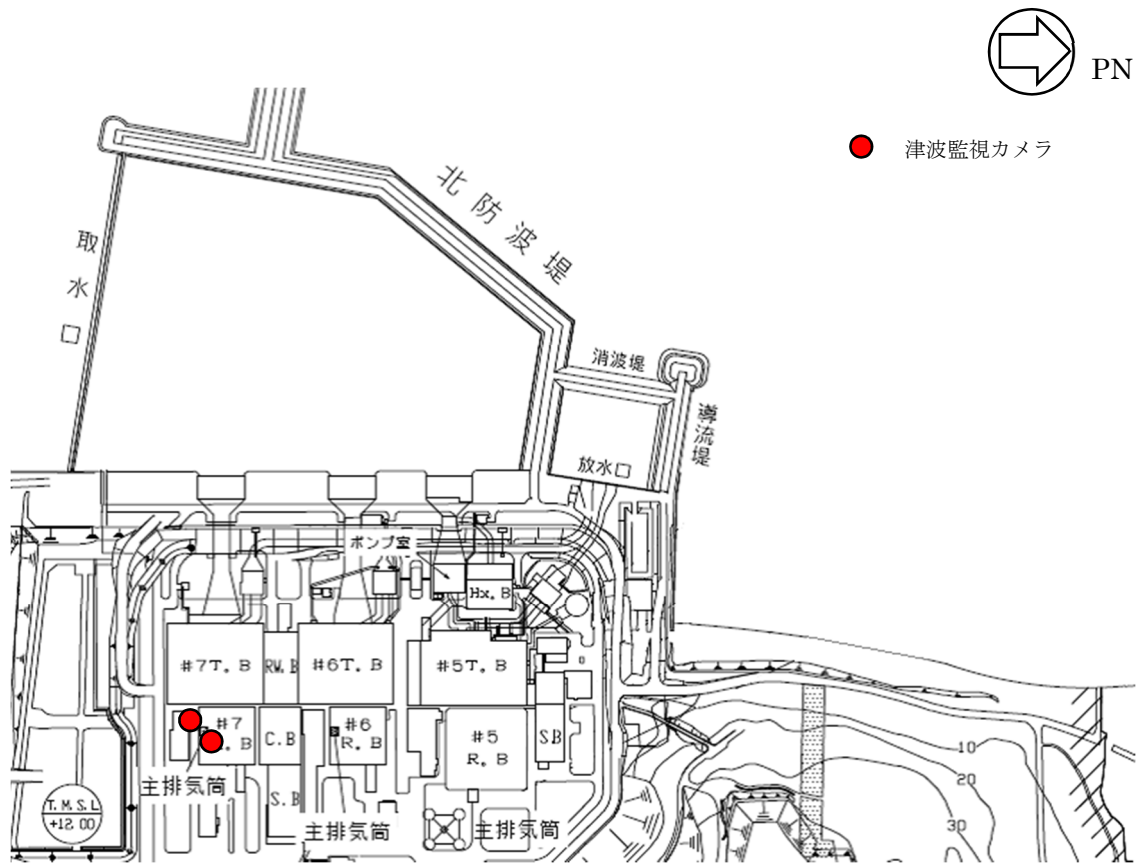


図 3-1 津波監視カメラの配置

(2) 中央制御室の機能に関する説明書
(中央制御室の有毒ガス防護について)

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 有毒ガスに対する防護措置	2
2.2 適用基準及び適用規格等	2
3. 中央制御室の機能に係る詳細設計	3
3.1 有毒ガスに対する防護措置	3
3.1.1 固定源に対する防護措置	3
3.1.2 可動源に対する防護措置	3
4. 中央制御室の有毒ガス濃度評価	4
4.1 評価条件	4
4.1.1 評価の概要	4
4.1.2 評価事象の選定	4
4.1.3 有毒ガス到達経路の選定	4
4.1.4 有毒ガス放出率の計算	4
4.1.5 大気拡散の評価	6
4.1.6 有毒ガス濃度評価	7
4.1.7 有毒ガス防護のための判断基準値	8
4.1.8 有毒ガス防護のための判断基準値に対する割合	9
4.1.9 有毒ガス防護のための判断基準値に対する割合 の合算及び判断基準値との比較	9
4.2 評価結果	9
4.2.1 有毒ガス防護のための判断基準値に対する割合	9
4.2.2 有毒ガス防護のための判断基準値に対する割合	9
4.3 有毒ガス濃度評価のまとめ	9

1. 概要

本資料は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則」という。）第38条及び第74条並びにそれらの「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」（以下「解釈」という。）に関わる原子炉制御室（以下「中央制御室（「6,7号機共用」（以下同じ。）」）」という。）のうち、中央制御室の機能について説明するものである。

なお、技術基準規則第38条及びその解釈の改正に伴い、有毒ガスが運転員に及ぼす影響により、運転員の対応能力が著しく低下し、安全機能が損なわれることがないように、有毒ガスに対する防護措置について設計するものであり、有毒ガスに対する防護措置以外は、要求事項に変更がないため今回の申請において変更は行わない。

今回は、中央制御室の機能のうち、有毒ガスに対する防護措置について説明する。

2. 基本方針

2.1 有毒ガスに対する防護措置

中央制御室は、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よう、中央制御室内にとどまり必要な操作、措置を行うことができる設計とする。

敷地内外において貯蔵施設に保管されている有毒ガスを発生させるおそれのある有毒化学物質（以下「固定源」という。）及び敷地内において輸送手段の輸送容器に保管されている有毒ガスを発生させるおそれのある有毒化学物質（以下「可動源」という。）それぞれに対して有毒ガスが発生した場合の影響評価（以下「有毒ガス防護に係る影響評価」という。）を実施する。

有毒ガス防護に係る影響評価に当たっては、「有毒ガス防護に係る影響評価ガイド」（以下「有毒ガス評価ガイド」という。）を参照して評価を実施し、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及び可動源を特定する。

固定源及び可動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、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。

2.2 適用基準及び適用規格等

中央制御室の機能に適用する基準及び規格等は、以下のとおりとする。

- ・ 実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈（平成 25 年 6 月 19 日原規技発第 1306194 号）
- ・ 有毒ガス防護に係る影響評価ガイド（平成 29 年 4 月 5 日原規技発第 1704052 号）
- ・ 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））
- ・ 発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針（昭和 57 年 1 月 28 日原子力安全委員会決定）
- ・ 毒物及び劇物取締法（昭和 25 年法律第 303 号）
- ・ 消防法（昭和 23 年法律第 186 号）
- ・ 高圧ガス保安法（昭和 26 年法律第 204 号）

3. 中央制御室の機能に係る詳細設計

3.1 有毒ガスに対する防護措置

原子炉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、次のような対策により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することがないように考慮し、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、措置を行うことができる設計とする。

中央制御室は、固定源に対しては、貯蔵容器すべてが損傷し、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結果が、有毒ガス防護のための判断基準値を下回る設計とする。

可動源に対しては、影響の最も大きな輸送容器が一基損傷し、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結果が、有毒ガス防護のための判断基準値を下回することで、運転員を防護できる設計とする。なお、有毒化学物質は、有毒ガス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、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、敷地内及び中央制御室から半径 10km 以内にある敷地外の固定源並びに敷地内の可動源を特定し、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する。固定源及び可動源の特定方法及び特定結果については、別添「固定源及び可動源の特定について」に示す。

3.1.1 固定源に対する防護措置

固定源に対しては、貯蔵容器すべてが損傷し、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結果が、有毒ガス防護のための判断基準値を下回することで、技術基準規則別記-9に規定される「有毒ガスの発生」はなく、同規則に基づく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自動的に警報するための装置の設置は不要とする設計とする。

運転員の吸気中の有毒ガス濃度が、有毒ガス防護のための判断基準値を下回ることの評価については、「4. 中央制御室の有毒ガス濃度評価」に示す。

3.1.2 可動源に対する防護措置

可動源に対しては、影響の最も大きな輸送容器が一基損傷し、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結果が、有毒ガス防護のための判断基準値を下回することで、技術基準規則別記-9に基づく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自動的に警報するための装置の設置を不要とする設計とする。

4. 中央制御室の有毒ガス濃度評価

4.1 評価条件

中央制御室の有毒ガス濃度評価に当たって、評価手順及び評価条件を本項において示す。

4.1.1 評価の概要

固定源及び可動源から放出される有毒ガスにより、中央制御室にとどまる運転員の吸気中の有毒ガス濃度が、有毒ガス防護のための判断基準値を下回ることを評価する。

具体的な手順は以下のとおり。

- (1) 評価事象は、固定源については、同時にすべての貯蔵容器が損傷し、当該すべ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。また、可動源については、影響の最も大きな輸送容器が一基損傷し、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。なお、固定源及び可動源について、中央制御室にとどまる運転員の吸気中の有毒ガス濃度の評価結果が厳しくなるよう評価条件を選定する。
- (2) 評価事象に対して、固定源及び可動源から発生した有毒ガスが、中央制御室換気空調系の外気取入口に到達する経路を選定する。
- (3) 発電所敷地内の気象データを用いて、有毒ガスの放出源から大気中への蒸発率及び大気拡散を計算し、中央制御室換気空調系の外気取入口における有毒ガス濃度を計算する。

4.1.2 評価事象の選定

固定源では、評価対象とする貯蔵容器が同時にすべて損傷し、当該すべ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。

可動源では、評価対象とする影響の最も大きな輸送容器が一基損傷し、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。

4.1.3 有毒ガス到達経路の選定

固定源及び可動源から発生した有毒ガスについては、中央制御室換気空調系の外気取入口に到達する経路を選定する。

有毒ガス到達経路を図4-1に示す。

4.1.4 有毒ガス放出率の計算

固定源は、評価対象とする貯蔵容器すべてが損傷し、可動源は、評価対象とする影響の最も大きな輸送容器一基が損傷し、貯蔵されている有毒化学物質が全量流出することによって発生した有毒ガスが大気中に放出されることを想定し、大気中への有毒ガスの放出率を評価する。

この際、運転員の吸気中の有毒ガス濃度への影響を考慮して、固定源及び可動源の物性、保管状態、放出形態及び気象データ等の評価条件を適切に設定する。

具体的には、敷地外の有毒化学物質については、容器に貯蔵されている有毒化学物質が1時間かけて全量放出されるものとして評価する。また、敷地内の有毒化学物質の単位時間当たりの大気中への放出率は、文献「Modeling Hydrochloric Acid Evaporation in

ALOHA」及び「伝熱工学資料 改訂第5版 日本機械学会」に従って、「(2) 有毒ガス放出率評価式」により計算する。

固定源及び可動源の評価条件を表4-1及び表4-2に、有毒化学物質に係る評価条件を表4-3及び図4-2にそれぞれ示す。

(1) 事象発生直前の状態

事象発生直前まで貯蔵容器又は輸送容器に有毒化学物質が貯蔵されているものとする。

(2) 有毒ガス放出率評価式

a. 蒸発率E

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

b. 物質移動係数 K_M

$$K_M = 0.0048 \cdot U^{\frac{7}{9}} \cdot Z^{-\frac{1}{9}} \cdot S_c^{-\frac{2}{3}} (\text{m/s})$$

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

$$D_M = D_{H_2O} \cdot \sqrt{\frac{M_{WH_2O}}{M_{Wm}}} (\text{m}^2/\text{s})$$

$$D_{H_2O} = D_0 \cdot \left(\frac{T}{273.15} \right)^{1.75} (\text{m}^2/\text{s})$$

c. 補正蒸発率 E_c

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

ここで、

- 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_{Wm} : 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 : 拡がり面積の直径 (m)
- S_c : 化学物質のシュミット数
- v : 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(m^2/s)
 M_{WH_2O} : 水の分子量(kg/kmol)
 D_0 : 水の拡散係数($=2.2 \times 10^{-5} m^2/s$)

(3) 評価の対象とする固定源及び可動源

有毒ガス評価ガイドに従って選定した敷地外の固定源及び敷地内の可動源を対象とする。評価の対象とする敷地外の固定源を図4-3に、敷地内の可動源を図4-4に示す。

4.1.5 大気拡散の評価

発電所敷地内の気象データを用い、大気拡散を計算して相対濃度を求める。

固定源及び可動源の大気拡散計算の評価条件を表4-4に示す。

(1) 大気拡散評価モデル

固定源及び可動源から放出された有毒ガスが、大気中を拡散して評価点に到達するまでの計算は、ガウスプルームモデルを適用する。

相対濃度は、毎時刻の気象項目と実効的な放出継続時間をもとに、評価点ごとに次式のとおり計算する。

$$x/Q = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (x/Q)_i \cdot \delta_i$$

(建屋影響を考慮しない場合)

$$(x/Q)_i = \frac{1}{\pi \cdot \sigma_{y i} \cdot \sigma_{z i} \cdot U_i} \cdot \exp\left(-\frac{H^2}{2\sigma_{z i}^2}\right)$$

(建屋影響を考慮する場合)

$$(x/Q)_i = \frac{1}{\pi \cdot \Sigma_{y i} \cdot \Sigma_{z i} \cdot U_i} \cdot \exp\left(-\frac{H^2}{2\Sigma_{z i}^2}\right)$$

x/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)

$(x/Q)_i$: 時刻iにおける相対濃度(s/m^3)

δ : 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 ${}_d\delta_i=0$

$\sigma_{y i}$: 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)

$\sigma_{z i}$: 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)

$$\Sigma_{y i} : \left(\sigma_{y i}^2 + \frac{CA}{\pi}\right)^{1/2}$$

$$\Sigma_{z i} : \left(\sigma_{z i}^2 + \frac{CA}{\pi}\right)^{1/2}$$

- A : 建屋等の風向方向の投影面積(m²)
 C : 形状係数

上記のうち、気象項目（風向、風速及び σ_{y_i} 、 σ_{z_i} を求めるために必要な大気安定度）については「(2) 気象データ」に示すデータを用いることとする。

σ_{y_i} 及び σ_{z_i} については、「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」（昭和 57 年 1 月 28 日原子力安全委員会決定）における相関式を用いて計算する。

(2) 気象データ

1985 年 10 月～1986 年 9 月の 1 年間における気象データを使用する。なお、当該データの使用に当たっては、風向風速データが不良標本の棄却検定により、10 年間（2008 年 4 月～2018 年 3 月）の気象状態と比較して特に異常でないことを確認している。

(3) 相対濃度の評価点

相対濃度の評価点は、中央制御室換気空調系の外気取入口とする。

(4) 評価対象方位

固定源及び可動源について、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る。巻き込みを生じる代表建屋としては、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選定する。そのため、評価対象とする方位は、放出された有毒ガスが巻き込みを生じる代表建屋の影響を受けて拡散すること、及び巻き込みを生じる代表建屋の影響を受けて拡散された有毒ガス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 方位のうち以下の a.～c. の条件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。

- a. 放出点が評価点の風上にあること。
- b. 放出点から放出された放射性物質が、巻き込みを生じる代表建屋の風下側に巻き込まれるような範囲に評価点が存在すること。
- c. 巻き込みを生じる代表建屋の風下側で巻き込まれた大気が評価点に到達すること。

評価対象とする方位は、巻き込みを生じる代表建屋の周辺に 0.5L（L：建屋の風向に垂直な面での高さ又は幅の小さい方）だけ幅を広げた部分を見込む方位を仮定する。

上記選定条件 b. に該当する方位の選定には、放出点が評価点の風上となる範囲が対象となるが、放出点が巻き込みを生じる代表建屋に近接し、0.5L の拡散領域の内部にある場合は、放出点が風上となる 180° を対象とする。その上で、選定条件 c. に該当する方位の選定として、評価点から巻き込みを生じる代表建屋+0.5L を含む方位を選択する。

以上により、固定源及び可動源が選定条件 a.～c. にすべて該当する方位はないため、巻き込みの影響はなく、評価対象は、放出点から評価点を結ぶ風向を含む 1 方向のみを評価対象方位とする。

具体的な固定源及び可動源の評価対象方位は、図 4-3 及び図 4-4 に示す。

4.1.6 有毒ガス濃度評価

有毒ガス濃度評価においては、中央制御室換気空調系の外気取入口における濃度を用い

る。中央制御室換気空調系の外気取入口に到達する有毒ガスの濃度は、「4.1.4 有毒ガス放出率の計算」及び「4.1.5 大気拡散の評価」の結果を用いて、次式を用いて算出する。

$$C_{ppm(ou t)} = \frac{C}{M} \cdot 22.4 \cdot \frac{T}{273.15} \cdot 10^6 \text{ (ppm)}$$

$$C = E \cdot \frac{x}{Q} \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad \text{(液体状有毒化学物質の評価)}$$

$$C = q_{GW} \cdot \frac{x}{Q} \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad \text{(ガス状有毒化学物質の評価)}$$

$C_{ppm(ou t)}$: 外気濃度 (ppm)

C : 外気濃度 (kg/m³)=(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)

$\frac{x}{Q}$: 相対濃度 (s/m³)

また、可動源については、 $C_{ppm(ou t)}$ 式により算出した外気濃度を用いて、次式を用いて室内の濃度を算出する。換気率の評価条件について、表 4-5 に示す。

$$C_{ppm(i n)} = C_{ppm(ou t)} \cdot \{1 - \exp(-\lambda t)\} \text{ (ppm)}$$

$C_{ppm(i n)}$: 室内濃度 (ppm)

λ : 換気率 (1/h)

t : 放出継続時間 (h)

4.1.7 有毒ガス防護のための判断基準値

有毒ガス防護のための判断基準値については、有毒ガス評価ガイドの考え方に従い、NIOSH (米国国立労働安全衛生研究所) で定められている IDLH 値 (急性の毒性限度)、日本産業衛生学会が定める最大許容濃度等を用いて、有毒化学物質毎に設定する。固定源及び可動源の有毒ガス防護のための判断基準値を表 4-6 に示す。

4.1.8 有毒ガス防護のための判断基準値に対する割合

固定源及び可動源について、「4.1.6 有毒ガス濃度評価」の計算結果を「4.1.7 有毒ガス防護のための判断基準値」で除して求めた値について、毎時刻の濃度を年間について小さい方から順に並べた累積出現頻度 97%*に当たる値を用いる。

注記*： 「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」昭和 57 年 1 月 28 日原子力安全委員会決定

4.1.9 有毒ガス防護のための判断基準値に対する割合の合算及び判断基準値との比較

固定源については、固定源と評価点とを結んだラインが含まれる 1 方位及びその隣接方位に固定源が複数ある場合、隣接方位の固定源からの有毒ガス防護のための判断基準値に対する割合も合算し、合算値が 1 を超えないことを評価する。

可動源については、可動源と評価点とを結んだ 1 方位における濃度の有毒ガス防護のための判断基準値に対する割合が 1 を超えないことを評価する。

$$\text{有毒ガス防護のための判断基準値に対する割合} = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \dots + \frac{C_i}{T_i} + \dots + \frac{C_n}{T_n}$$

C_i : 有毒ガス i の濃度

T_i : 有毒ガス i の有毒ガス防護のための判断基準値

4.2 評価結果

4.2.1 有毒ガス防護のための判断基準値に対する割合

中央制御室換気空調系の外気取入口における、固定源及び可動源から放出される有毒ガスによる有毒ガス防護のための判断基準値に対する割合の計算結果を表 4-7 及び表 4-8 に示す。

4.2.2 有毒ガス防護のための判断基準値に対する割合

中央制御室換気空調系の外気取入口における、固定源及び可動源から放出される有毒ガスによる有毒ガス防護のための判断基準値に対する割合の計算結果を表 4-7 及び表 4-8 に示す。有毒ガス防護のための判断基準値に対する割合の最大値は固定源において 0.10、可動源において 0.56 であり、判断基準値である 1 を下回る。

4.3 有毒ガス濃度評価のまとめ

有毒ガスに対する防護措置を考慮して、運転員の吸気中の有毒ガス濃度の評価を行い、固定源及び可動源に対して有毒ガス防護のための判断基準値を下回ることを確認した。

表 4-1 固定源の評価条件 (1/8)

項目	評価条件	選定理由	備考
固定源の種類 (設備名)	敷地外固定源 (一)	有毒ガスを発生するおそれのある有毒化学物質である塩酸を貯蔵する施設であり、大気中に有毒ガスを多量に放出させるおそれがあることから選定。	有毒ガス評価ガイド 3.1.(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。 - 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
有毒化学物質の種類 (濃度)	塩酸 (100%)	情報が得られなかったことから保守的に設定。	- 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)
拡がり面積	—	敷地外固定源は、1 時間で全量放出されるとしているため、拡がり面積の設定は不要。	- 電源、人的操作等を必要とせずに、有毒ガス発生の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)

表 4-1 固定源の評価条件 (2/8)

項目	評価条件	選定理由	備考
固定源の種類 (設備名)	敷地外固定源 (一)	有毒ガスを発生するおそれのある有毒化学物質であるアンモニアを貯蔵する施設であり、大気中に有毒ガスを多量に放出させるおそれがあることから選定。	有毒ガス評価ガイド 3.1.(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。 ー有毒化学物質の名称 ー有毒化学物質の貯蔵量 ー有毒化学物質の貯蔵方法 ー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)
有毒化学物質の種類(濃度)	アンモニア (A-1) * (100%)	情報が得られなかったことから保守的に設定。	ー防液堤の有無(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)
拡がり面積	—	敷地外固定源は、1時間で全量放出されるところとしているため、拡がり面積の設定は不要。	ー電源、人的操作等を必要とせずに、有毒ガス発生の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)

注記* : 「図 4-3 敷地外固定源 (1/4) (アンモニア)」で示す貯蔵施設のうち、A 地点の貯蔵施設を示す。(方位 : SSE, 距離 : 6000m)

表 4-1 固定源の評価条件 (3/8)

項目	評価条件	選定理由	備考
固定源の種類 (設備名)	敷地外固定源 (一)	有毒ガスを発生するおそれのある有毒化学物質であるアンモニアを貯蔵する施設であり、大気中に有毒ガスを多量に放出させるおそれがあることから選定。	有毒ガス評価ガイド 3.1.(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。 - 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。)
有毒化学物質の種類 (濃度)	アンモニア (A-2) * (100%)	情報が得られなかったことから保守的に設定。	- 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)
拡がり面積	—	敷地外固定源は、1時間で全量放出されるとしているため、拡がり面積の設定は不要。	- 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)

注記* : 「図 4-3 敷地外固定源 (1/4) (アンモニア)」で示す貯蔵施設のうち、A 地点の貯蔵施設を示す。(方位 : SSE, 距離 : 6000m)

表 4-1 固定源の評価条件 (4/8)

項目	評価条件	選定理由	備考
固定源の種類 (設備名)	敷地外固定源 (一)	有毒ガスを発生するおそれのある有毒化学物質であるアンモニアを貯蔵する施設であり、大気中に有毒ガスを多量に放出させるおそれがあることから選定。	有毒ガス評価ガイド 3.1.(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。 －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。)
有毒化学物質の種類(濃度)	アンモニア (B) * (100%)	情報が得られなかったことから保守的に設定。	－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)
拡がり面積	—	敷地外固定源は、1時間で全量放出されるところとしているため、拡がり面積の設定は不要。	－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)

注記*： 「図 4-3 敷地外固定源 (1/4) (アンモニア)」で示す貯蔵施設のうち、B地点の貯蔵施設を示す。(方位：ENE, 距離 3000m)

表 4-1 固定源の評価条件 (5/8)

項目	評価条件	選定理由	備考
固定源の種類 (設備名)	敷地外固定源 (一)	有毒ガスを発生するおそれのある有毒化学物質であるアンモニアを貯蔵する施設であり、大気中に有毒ガスを多量に放出させるおそれがあることから選定。	有毒ガス評価ガイド 3.1.(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。 －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。)
有毒化学物質の種類(濃度)	アンモニア (C) * (100%)	情報が得られなかったことから保守的に設定。	－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)
拡がり面積	—	敷地外固定源は、1時間で全量放出されるとしているため、拡がり面積の設定は不要。	－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)

注記*： 「図 4-3 敷地外固定源 (1/4) (アンモニア)」で示す貯蔵施設のうち、C地点の貯蔵施設を示す。(方位：S, 距離：5000m)

表 4-1 固定源の評価条件 (6/8)

項目	評価条件	選定理由	備考
固定源の種類 (設備名)	敷地外固定源 (一)	有毒ガスを発生するおそれのある有毒化学物質であるメタノールを貯蔵する施設であり、大気中に有毒ガスを多量に放出させるおそれがあることから選定。	有毒ガス評価ガイド 3.1.(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。 －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
有毒化学物質の種類 (濃度)	メタノール (100%)	情報が得られなかったことから保守的に設定。	－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)
拡がり面積	—	敷地外固定源は、1 時間で全量放出されるとしているため、拡がり面積の設定は不要。	－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)

表 4-1 固定源の評価条件 (7/8)

項目	評価条件	選定理由	備考
固定源の種類 (設備名)	敷地外固定源 (一)	有毒ガスを発生するおそれのある有毒化学物質である亜酸化窒素を貯蔵する施設であり、大気中に有毒ガスを多量に放出させるおそれがあることから選定。	有毒ガス評価ガイド 3.1.(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。 －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。)
有毒化学物質の種類(濃度)	亜酸化窒素 (A) * (100%)	情報が得られなかったことから保守的に設定。	－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)
拡がり面積	—	敷地外固定源は、1時間で全量放出されとしているため、拡がり面積の設定は不要。	－電源、人的操作等を必要とせずに、有毒ガス発生の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)

注記*： 「図 4-3 敷地外固定源 (4/4) (亜酸化窒素)」で示す貯蔵施設のうち、D 地点の貯蔵施設を示す。(方位：SSW, 距離：8400m)

表 4-1 固定源の評価条件 (8/8)

項目	評価条件	選定理由	備考
固定源の種類 (設備名)	敷地外固定源 (一)	有毒ガスを発生するおそれのある有毒化学物質である亜酸化窒素を貯蔵する施設であり、大気中に有毒ガスを多量に放出させるおそれがあることから選定。	有毒ガス評価ガイド 3.1.(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。 －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。)
有毒化学物質の種類(濃度)	亜酸化窒素 (B) * (100%)	情報が得られなかったことから保守的に設定。	－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)
拡がり面積	—	敷地外固定源は、1時間で全量放出されとしているため、拡がり面積の設定は不要。	－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、防液堤内のフロート等)(解説-5)

注記*： 「図 4-3 敷地外固定源 (4/4) (亜酸化窒素)」で示す貯蔵施設のうち、E地点の貯蔵施設を示す。(方位：S, 距離：7200m)

表 4-2 可動源の評価条件

項目	評価条件	選定理由	備考
固定源の種類 (設備名)	敷地内可動源 (タンクローリ)	有毒ガスを発生するおそれのある有毒化学物質である塩酸を輸送する施設であり、大気中に有毒ガスを多量に放出させるおそれがあることから選定。	有毒ガス評価ガイド 3.1.(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。 －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
有毒化学物質の種類 (濃度)	塩酸 (35%)	有毒化学物質濃度の運用値を踏まえ設定。	－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)
拡がり面積	600m ²	想定する液だまりの厚さを 5mm とし拡がり面積を算出。	－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)

表 4-3 有毒化学物質に係る評価条件

項目		評価条件	選定理由	備考
動粘性係数		文献と気象資料 (温度) に基づき設定	Modeling Hydrochloric Acid Evaporation in ALOHA	有毒ガス評価ガイド 4.3 有毒ガスの放出の評価 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。)
分子拡散係数		文献と気象資料 (温度) に基づき設定	Modeling Hydrochloric Acid Evaporation in ALOHA	
* 化学物質の分圧	塩酸	文献と気象条件 (温度) に基づき設定	Perry's Chemical Engineers' Handbook	
気象資料		柏崎刈羽原子力発電所における 1 年間の気象資料 (1985.10~1986.9) ・ 地上風を代表する観測点(地上約 10m) の気象データ ・ 露場の温度	風向風速データが不良標本の棄却検定により、10 年間の気象状態と比較して特に異常ではないことが確認された発電所において観測された 1 年間の気象データを使用。	

注記* : 評価に用いた化学物質の分圧の詳細については、図 4-2 に示す。

表 4-4 大気拡散計算の評価条件 (1/6)

項目	評価条件	選定理由	備考
大気拡散評価モデル	ガウス プルーム モデル	気象指針*を参考として、放射性雲は風下方向に直線的に流され、放射性雲の軸のまわりに正規分布に拡がっていくと仮定するガウスプルームモデルを適用。	有毒ガス評価ガイド 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 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。 -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。）。
気象資料	柏崎刈羽原子力発電所における1年間の気象資料 (1985.10～1986.9) ・地上風を代表する観測点 (地上約10m)の気象データ	地上風（地上約10m）の気象データを使用。 風向風速データが不良標本の棄却検定により、10年間の気象状態と比較して特に異常ではないことが確認された発電所において観測された1年間の気象資料を使用。	有毒ガス評価ガイド 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 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。 -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。

注記*： 発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針（原子力安全委員会）

表 4-4 大気拡散計算の評価条件 (2/6)

項目	評価条件	選定理由	備考
実効放出継続時間	1 時間	保守的な結果が得られるように、実効放出継続時間を最短の1時間と設定。	被ばく評価手法（内規） 解説5.13(3) 実効放出継続時間(T)は、想定事故の種類によって放出率に変化があるので、放出モードを考慮して適切に定めなければならないが、事故期間中の放射性物質の全放出量を1時間当たりの最大放出量で除した値を用いることも一つの方法である。
累積出現頻度	小さい方から 97%	気象指針を参考として、年間の有毒ガス防護のための判断基準値に対する割合を昇順に並び替え、累積出現頻度が97%に当たる値を設定。	有毒ガス評価ガイド 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 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。）。 被ばく評価手法（内規） 5.2.1(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。

表 4-4 大気拡散計算の評価条件 (3/6)

項目	評価条件	選定理由	備考
建屋の影響	<p>(敷地外固定源)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・塩酸： 考慮しない ・アンモニア： 考慮しない ・メタノール： 考慮しない ・亜酸化窒素： 考慮しない <p>(敷地内可動源)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・塩酸： 考慮しない 	<p>放出点から近距離の建屋の影響を受ける場合は、建屋による巻き込み現象を考慮。</p>	<p>有毒ガス評価ガイド</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</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>被ばく評価手法(内規)</p> <p>5.1.2(1)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>

表 4-4 大気拡散計算の評価条件 (4/6)

項目	評価条件	選定理由	備考												
巻き込みを生じる代表建屋	—	—	<p>被ばく評価手法 (内規)</p> <p>5.1.2(3)a)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> <p>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"> <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>BWR 型原子炉施設</td> <td>原子炉冷却材喪失 主蒸気管破断</td> <td>原子炉建屋(積層影響がある場合)、 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>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></td> <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>	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 主蒸気管破断	原子炉建屋(積層影響がある場合)、 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
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 主蒸気管破断	原子炉建屋(積層影響がある場合)、 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													
評価点	<ul style="list-style-type: none"> 中央制御室換気空調系外気取入口 	<p>評価対象は中央制御室内の運転員の有毒ガス防護のための判断基準値に対する割合であるため、外気取入口の設置位置を評価点と設定。</p>	<p>有毒ガス評価ガイド</p> <p>4.4.1 原子炉制御室等外評価点</p> <p>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>												
発生源と評価点の距離	<p>(敷地外固定源)</p> <ul style="list-style-type: none"> 塩酸：6000m アンモニア (A-1)：6000m アンモニア (A-2)：6000m アンモニア (B)：3000m アンモニア (C)：5000m メタノール：6000m 亜酸化窒素 (A)：8400m 亜酸化窒素 (B)：7200m 	<p>固定源と評価点の位置から保守的に設定。</p>	<p>有毒ガス評価ガイド</p> <p>3.1 固定源及び可動源の調査</p> <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、有毒ガス発生の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) 												

表 4-4 大気拡散計算の評価条件 (5/6)

項目	評価条件	選定理由	備考
発生源と評価点の距離	(敷地内可動源) 6号機中央制御室： ・塩酸：1030m 7号機中央制御室： ・塩酸：1000m	可動源と評価点の位置から保守的に設定。	有毒ガス評価ガイド 3.1 固定源及び可動源の調査 (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。 ー有毒化学物質の名称 ー有毒化学物質の貯蔵量 ー有毒化学物質の貯蔵方法 ー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。） ー防液堤の有無（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） ー電源、人的操作等を必要とせずに、有毒ガス発生の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）

表 4-4 大気拡散計算の評価条件 (6/6)

項目	評価条件	選定理由	備考
*1 着目方位	(敷地外固定源) ・塩酸： 1 方位：SSE*2 ・アンモニア (A-1)： 1 方位：SSE*2 ・アンモニア (A-2)： 1 方位：SSE*2 ・アンモニア (B)： 1 方位：ENE*2 ・アンモニア (C)： 1 方位：S*2 ・メタノール： 1 方位：SSE*2 ・亜酸化窒素 (A)： 1 方位：SSW*2 ・亜酸化窒素 (B)： 1 方位：S*2 (敷地内可動源) ・塩酸： 1 方位：SSE*2	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 方位のみを評価対象方位とする。	被ばく評価手法 (内規) 5.1.2(4)b) 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。

注記*1： 着目方位は、評価点から固定源及び可動源を見た方位である。

*2： 固定源及び可動源と評価点とを結ぶラインが含まれる方位。

表 4-5 換気率評価条件

項目	評価条件	選定理由
換気率	1 回/h	換気空調系の設計を踏まえ設定。

表 4-6 有毒ガス防護のための判断基準値

項目	評価条件	選定理由	備考
塩酸	50 ppm	IDLH 値に基づき設定。	有毒ガス評価ガイド 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。
アンモニア	300 ppm		
メタノール	2200 ppm	産業中毒便覧（増補版）（7月1992）に基づき設定。	
亜酸化窒素	150 ppm	Hazardous Substances Data Bank (HSDB) (2016)に基づき設定。	

表 4-7 固定源による有毒ガス防護のための判断基準値に対する割合の計算結果
(1/2) (6号機及び7号機中央制御室)

固定源		評価結果				
		外気取入口 濃度 (ppm)	有毒ガス防護 のための判断 基準値に対す る割合	相対濃度 (s/m ³)	放出率 (kg/s)	放出継続 時間 (h)
敷 地 外	塩酸	4.8×10^{-1}	9.5×10^{-3}	8.5×10^{-6}	8.3×10^{-2}	1.0×10^{-0}
	アンモニア (A-1)	1.7	5.7×10^{-3}	8.5×10^{-6}	1.4×10^{-1}	1.0×10^{-0}
	アンモニア (A-2)	2.6×10^1	8.6×10^{-2}	8.5×10^{-6}	2.1×10^{-0}	1.0×10^{-0}
	アンモニア (B)	(6.5×10^{-1})	(2.2×10^{-3})	3.2×10^{-6}	1.4×10^{-1}	1.0×10^{-0}
	アンモニア (C)	6.0×10^{-1}	2.0×10^{-3}	1.9×10^{-7}	2.2×10^{-0}	1.0×10^{-0}
	メタノール	1.2×10^{-1}	5.3×10^{-5}	8.5×10^{-6}	1.8×10^{-2}	1.0×10^{-0}
	亜酸化窒素 (A)	5.6×10^{-3}	3.8×10^{-5}	1.5×10^{-7}	6.7×10^{-2}	1.0×10^{-0}
	亜酸化窒素 (B)	3.1×10^{-3}	2.1×10^{-5}	1.4×10^{-7}	4.2×10^{-2}	1.0×10^{-0}

注： 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 (S) 及びその隣接方位 (SSE, SSW) に該当しない方位における濃度を示す。

表 4-7 固定源による有毒ガス防護のための判断基準値に対する割合の計算結果 (2/2)
 (影響が最大となる着目方位 : SSE, S, SSW) (6号機及び7号機中央制御室)

固定源	着目方位	計算結果		
		有毒ガス防護のための判断基準値に対する割合	隣接方位を含めた有毒ガス防護のための判断基準値に対する割合の合計	評価
—	N	—	—	—
—	NNE	—	—	—
—	NE	—	—	—
アンモニア (B)	ENE	2.2×10^{-3}	2.2×10^{-3}	影響なし
—	E	—	—	—
—	ESE	—	—	—
—	SE	—	—	—
アンモニア (A-1), (A-2), 塩酸, メタノール	SSE	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	影響なし
アンモニア (C), 亜酸化窒素 (B)	S	2.0×10^{-3}	1.0×10^{-1}	影響なし
亜酸化窒素 (A)	SSW	3.8×10^{-5}	2.1×10^{-3}	影響なし
—	SW	—	—	—
—	WSW	—	—	—
—	W	—	—	—
—	WNW	—	—	—
—	NW	—	—	—
—	NNW	—	—	—

注： 固定源がない着目方位に「—」と記載。

表 4-8 可動源による有毒ガス防護のための判断基準値に対する割合の計算結果 (1/4)
(6号機中央制御室)

可動源		着目方位	評価結果		
			相対濃度 (s/m ³)	放出率 (kg/s)	放出継続時間 (h)
敷 地 内	塩酸	SSE	1.4×10^{-4}	9.6×10^{-1}	3.6×10^{-1} *

注記*： 放出継続時間は1時間未満であるが、大気拡散評価においては、 9.6×10^{-1} kg/sの放出率が1時間継続するとして評価を実施。

表 4-8 可動源による有毒ガス防護のための判断基準値に対する割合の計算結果 (2/4)
(影響が最大となる着目方位 : SSE) (6号機中央制御室)

可動源	着目方位	評価結果				
		外気取入口濃度 (ppm)	屋内濃度 (ppm)	有毒ガス防護のた めの判断基準値に 対する割合	評価	
敷 地 内	塩酸	N	—*1	—*1	—*1	—*1
		NNE	—*1	—*1	—*1	—*1
		NE	—*1	—*1	—*1	—*1
		ENE	—*1	—*1	—*1	—*1
		E	—*1	—*1	—*1	—*1
		ESE	—*1	—*1	—*1	—*1
		SE	—*1	—*1	—*1	—*1
		SSE	91	27	0.54	影響なし
		S	2.5	—*2	0.05	影響なし
		SSW	1.1	—*2	0.02	影響なし
		SW	—*1	—*1	—*1	—*1
		WSW	—*1	—*1	—*1	—*1
		W	—*1	—*1	—*1	—*1
		WNW	—*1	—*1	—*1	—*1
		NW	—*1	—*1	—*1	—*1
NNW	—*1	—*1	—*1	—*1		

注記*1 : 可動源の輸送ルートではない着目方向に「—」と記載。

*2 : 外気取入口の濃度が防護判断基準値以下になることから、屋内濃度の評価は実施していない。

表 4-8 可動源による有毒ガス防護のための判断基準値に対する割合の計算結果 (3/4)
(7号機中央制御室)

可動源		着目方位	評価結果		
			相対濃度 (s/m ³)	放出率 (kg/s)	放出継続時間 (h)
敷 地 内	塩酸	SSE	1.5×10^{-4}	9.6×10^{-1}	3.6×10^{-1} *

注記*： 放出継続時間は1時間未満であるが、大気拡散評価においては、 9.6×10^{-1} kg/sの放出率が1時間継続するとして評価を実施。

表 4-8 可動源による有毒ガス防護のための判断基準値に対する割合の計算結果 (4/4)
(影響が最大となる着目方位 : SSE) (7号機中央制御室)

可動源	着目方位	評価結果				
		外気取入口濃度 (ppm)	屋内濃度 (ppm)	有毒ガス防護のた めの判断基準値に 対する割合	評価	
敷 地 内	塩酸	N	—*1	—*1	—*1	—*1
		NNE	—*1	—*1	—*1	—*1
		NE	—*1	—*1	—*1	—*1
		ENE	—*1	—*1	—*1	—*1
		E	—*1	—*1	—*1	—*1
		ESE	—*1	—*1	—*1	—*1
		SE	—*1	—*1	—*1	—*1
		SSE	95	28	0.56	影響なし
		S	2.9	—*2	0.06	影響なし
		SSW	1.1	—*2	0.02	影響なし
		SW	—*1	—*1	—*1	—*1
		WSW	—*1	—*1	—*1	—*1
		W	—*1	—*1	—*1	—*1
		WNW	—*1	—*1	—*1	—*1
		NW	—*1	—*1	—*1	—*1
NNW	—*1	—*1	—*1	—*1		

注記*1 : 可動源の輸送ルートではない着目方向に「—」と記載。

*2 : 外気取入口の濃度が防護判断基準値以下になることから、屋内濃度の評価は実施していない。

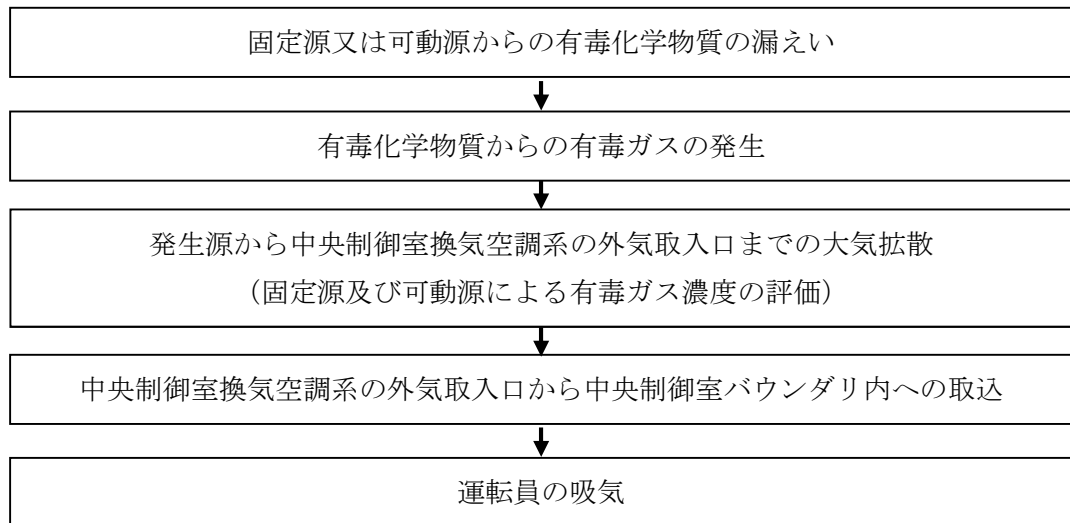
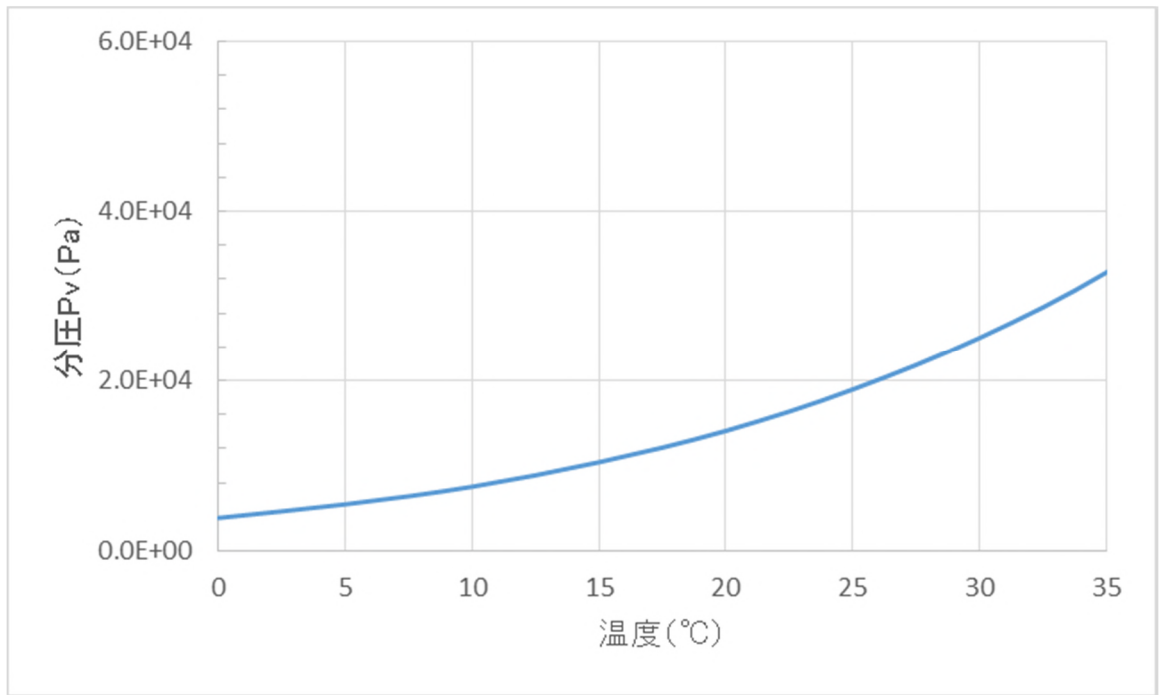


図 4-1 中央制御室の有毒ガスの到達経路



塩酸(36wt%)の分圧曲線*

注記* : 「Perry's Chemical Engineers' Handbook」を基に塩酸(36wt%)の分圧 P_v (Pa)を評価

図4-2 有毒化学物質に係る評価条件(化学物質の分圧)

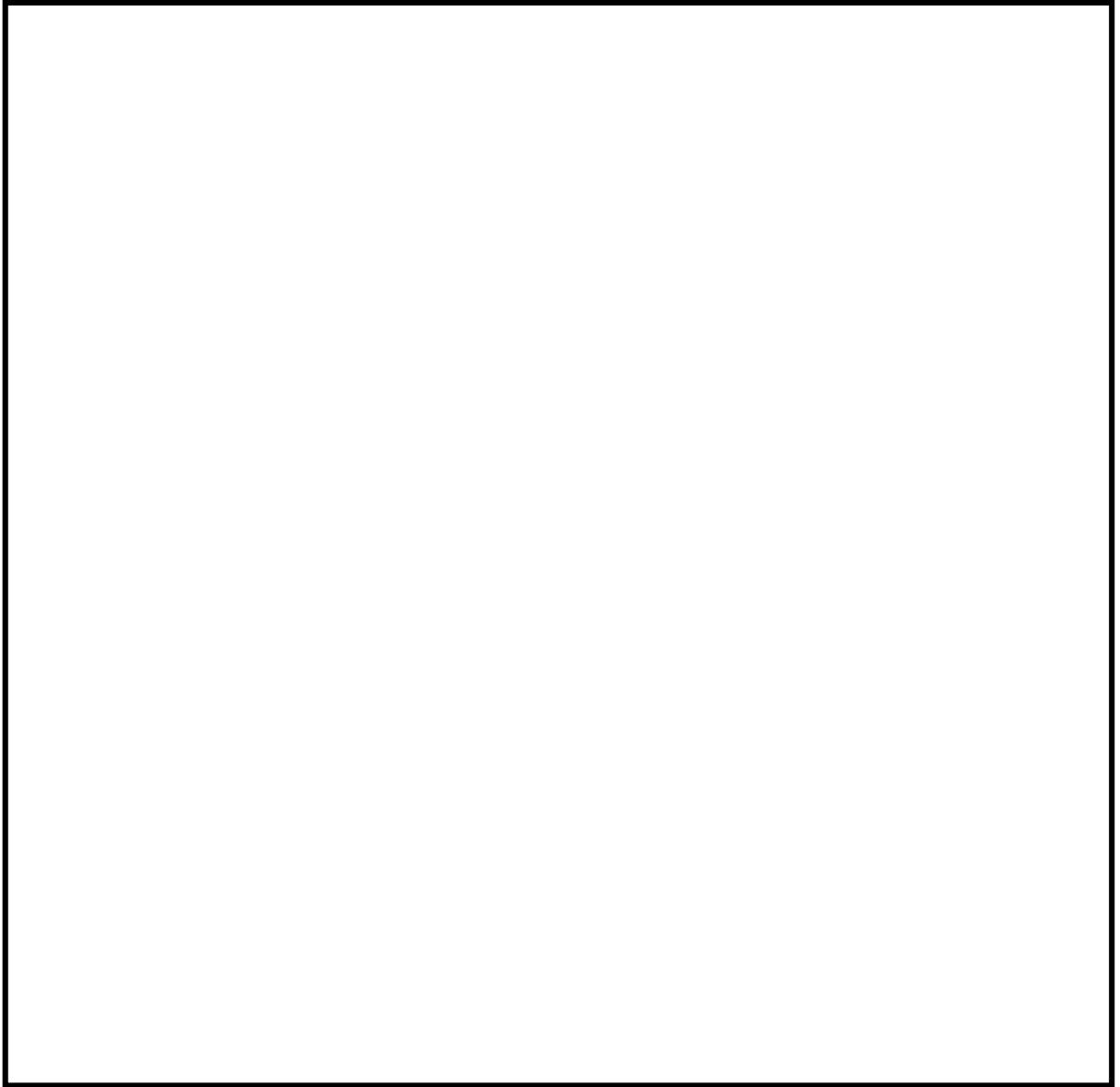


図 4-3 敷地外固定源 (1/4) (アンモニア)

K7 ① V-1-5-4(2) R1

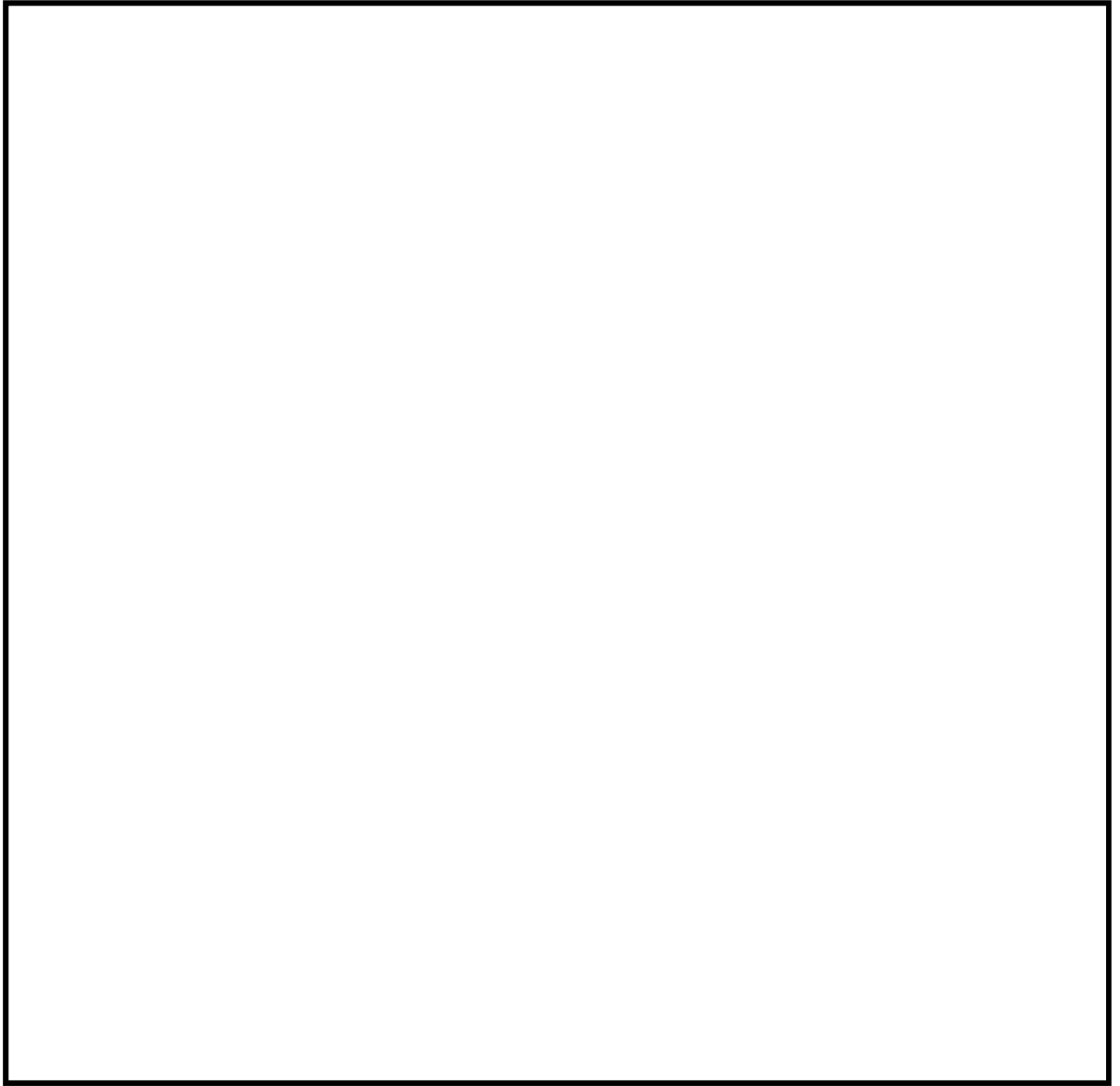


图 4-3 敷地外固定源 (2/4) (塩酸)

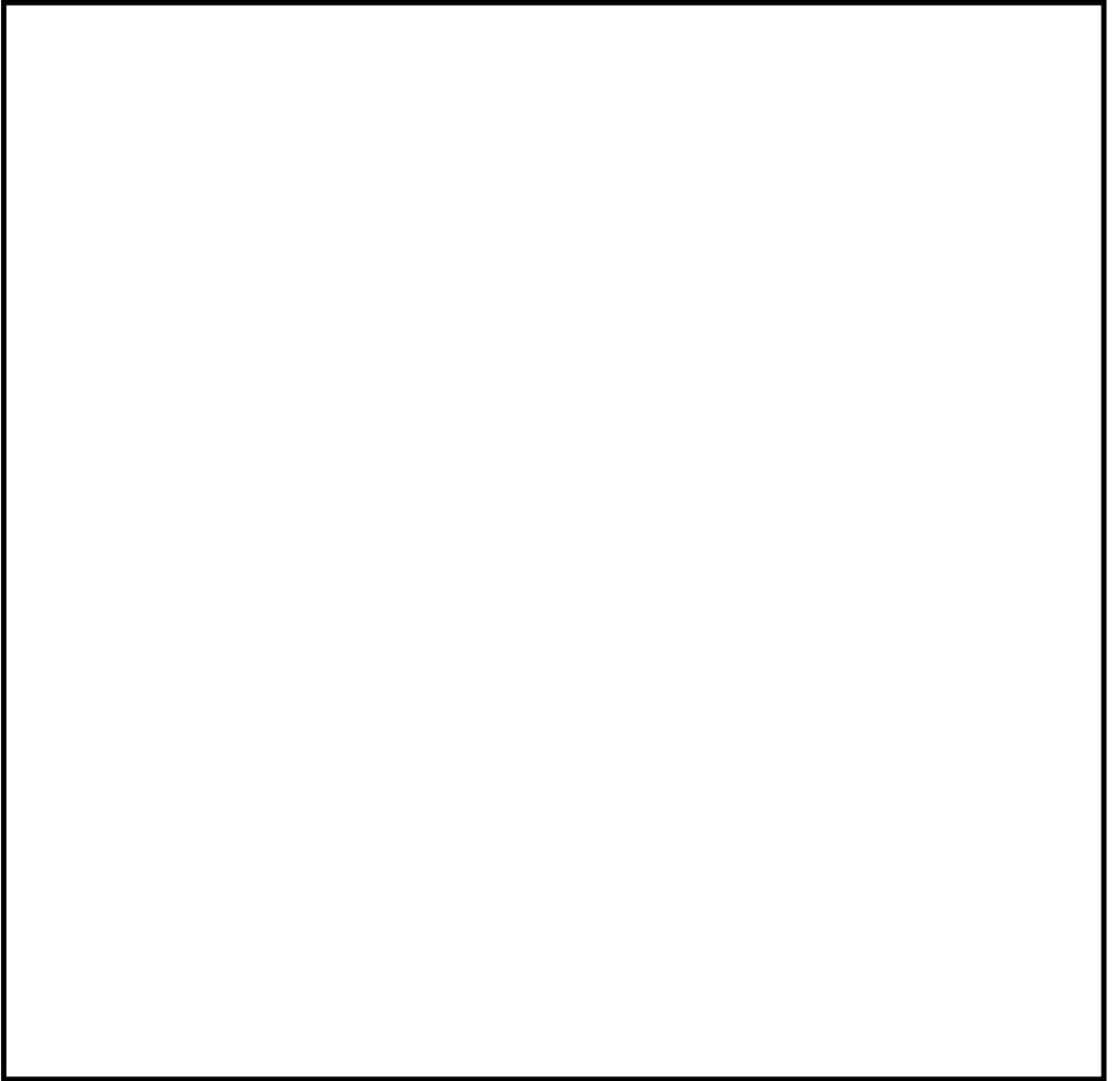


図 4-3 敷地外固定源 (3/4) (メタノール)

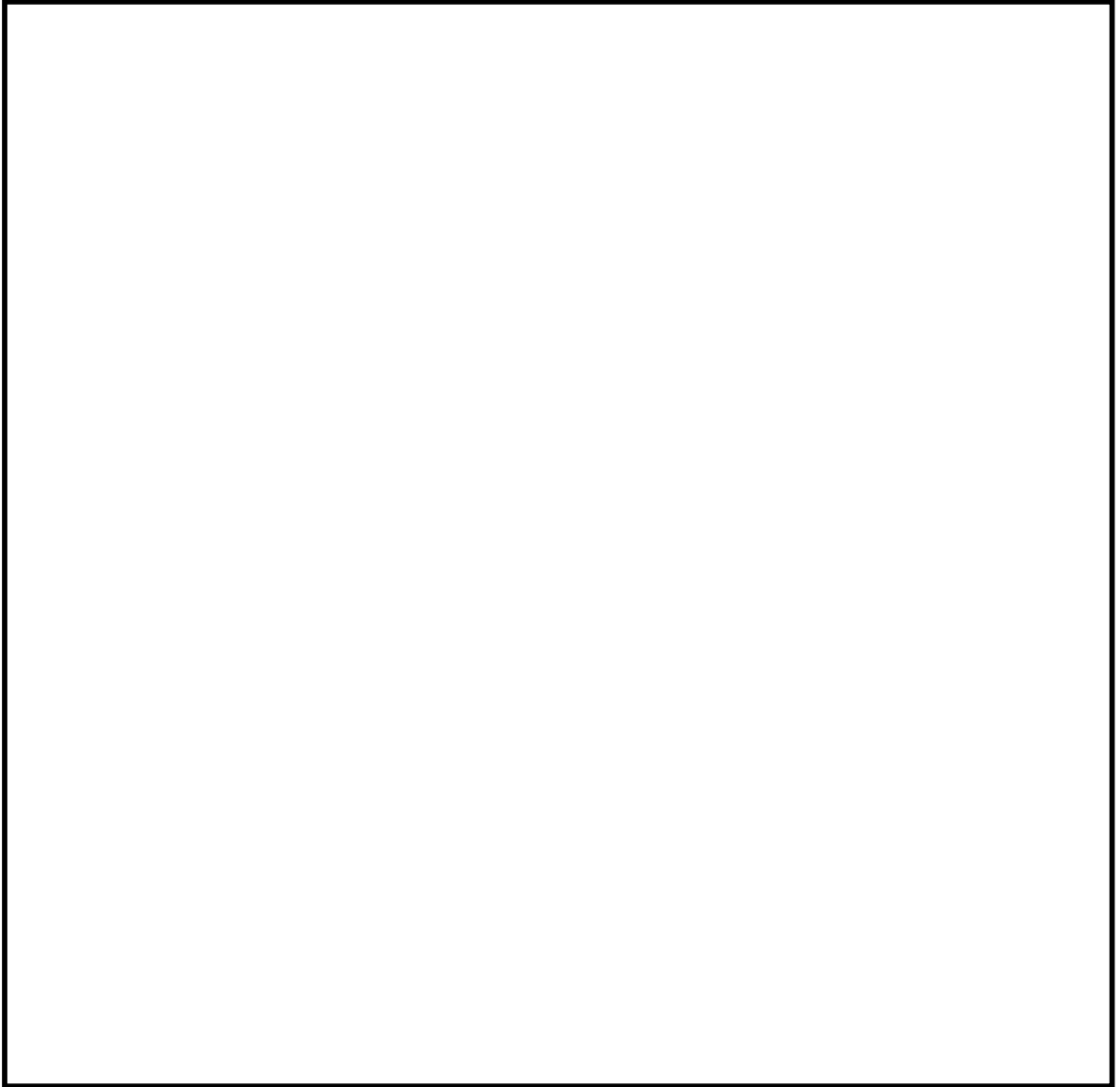


图 4-3 敷地外固定源 (4/4) (亜酸化窒素)

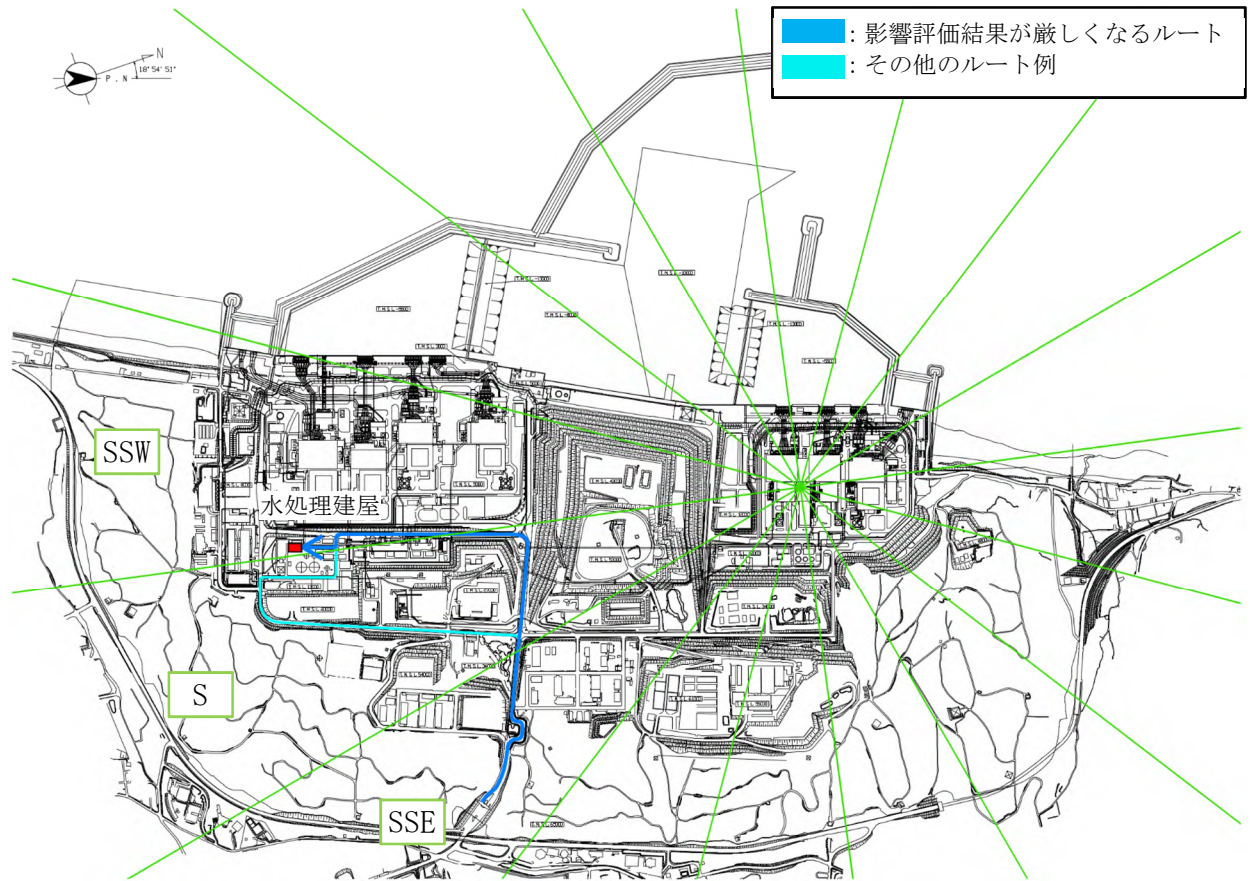


図 4-4 中央制御室と敷地内可動源の輸送ルートとの位置関係

固定源及び可動源の特定について

目 次

1. 概要	別添 1-1
2. 固定源及び可動源の特定	別添 1-1
2.1 固定源及び可動源の調査	別添 1-1
2.2 敷地内固定源	別添 1-1
2.3 敷地内可動源	別添 1-2
2.4 敷地外固定源	別添 1-2
3. 有毒ガス防護のための判断基準値の設定	別添 1-2

1. 概要

有毒ガス防護に係る妥当性確認に当たっては、有毒ガス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、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、敷地内及び中央制御室等から半径 10 km以内にある敷地外の固定源並びに敷地内の可動源を特定し、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ている。

有毒ガス防護に係る妥当性確認のフローを別添図-1 に示す。

本資料は、有毒ガス防護措置対象とした固定源及び可動源の特定並びに有毒ガス防護のための判断基準値の設定について説明するものである。

2. 固定源及び可動源の特定

2.1 固定源及び可動源の調査

柏崎刈羽原子力発電所の敷地内の有毒化学物質の調査に当たっては、別添図-2 及び別添図-3 のフローに従い、調査対象とする敷地内固定源及び可動源を特定した。

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 1 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等により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 2 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。

2.2 敷地内固定源

国際化学物質安全性カード等をもと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、有毒ガス評価ガイド解説-4 の考え方を参考に、別添図-2 及び別添表-1 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。

また、建屋内保管により調査対象外とする際に考慮した設備を別添表-2 に示す。

2.3 敷地内可動源

国際化学物質安全性カード等をもと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、有毒ガス評価ガイド解説-4 の考え方を参考に、別添図-3 及び別添表-1 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。

敷地内可動源を抽出した結果を別添表-3 に示す。また、敷地内可動源の輸送ルートと中央制御室等の外気取入口の位置関係を別添図-4 に示す。評価点からの距離は、評価点から最も近い輸送ルートまでの距離を調査した。

2.4 敷地外固定源

柏崎刈羽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2 参照)

- ・毒物及び劇物取締法
- ・消防法
- ・高圧ガス保安法

調査結果から得られた化学物質を、「2.2 敷地内固定源」の考え方をもとに整理し、流出時に多量に放出されるおそれがあるかを確認した。

敷地外固定源を抽出した結果を別添表-4 に示す。また、柏崎刈羽原子力発電所と敷地外固定源との位置関係を別添図-5 に示す。

なお、中央制御室等から半径 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。

3. 有毒ガス防護のための判断基準値の設定

固定源又は敷地内可動源として考慮すべき有毒化学物質である塩酸、アンモニア、メタノール及び亜酸化窒素について、有毒ガス防護のための判断基準値を設定した。有毒ガス防護のための判断基準値を別添表-5 に示す。

有毒ガス防護のための判断基準値は、別添図-6 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のための判断基準値の設定に関する考え方を別添表-6 に示す。

別添表-1 調査対象外とする考え方

グループ		理由	物質の例
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。	アンモニア、塩酸、メタノール、亜酸化窒素
調査対象外	固体あるいは揮発性が乏しい液体であること。	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	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、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
	建屋内に保管される薬品タンク	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	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する。	六フッ化硫黄

別添表-2 建屋内保管により調査対象外とする際に考慮した設備

建屋内薬品タンク	機能を発揮する設備
ドラム缶 (HCFC-123)	保安倉庫*1
ポリ容器 (HCFC-225cb)	補助建屋*2

注記*1: 建屋内に換気設備はあるが、常時換気されていないため、薬品が漏えいしても建屋内に留まる。

*2: 常時排気ファンにより換気されており、漏えい時には排気ファンにより希釈され、建屋外に放出される。

別添表-3 敷地内可動源の調査結果 (1/2)

有毒化学物質	輸送先		
	設備名称	場所	貯蔵量 (m ³)
塩酸	塩酸貯槽	水処理建屋	5.9

別添表-3 敷地内可動源の調査結果 (2/2)

有毒化学物質	輸送量 (m ³)	濃度 (%)	質量換算 (t)	荷姿
塩酸	3.0	35	3.5	タンクローリ

別添表-4 敷地外固定源の調査結果

関連法令	有毒化学物質	施設数	合計貯蔵量 (kg)
毒物及び劇物取締法	—*	—*	—*
消防法	アンモニア (A-1)	1	5.00×10^2
	塩酸	1	3.00×10^2
	メタノール	1	6.40×10^1
高圧ガス保安法	アンモニア (A-2)	1	7.58×10^3
	アンモニア (B)	1	5.00×10^2
	アンモニア (C)	1	8.00×10^3
	亜酸化窒素 (A)	1	2.40×10^2
	亜酸化窒素 (B)	1	1.50×10^2

注記* : 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

別添表-5 有毒ガス防護のための判断基準値

有毒化学物質	有毒ガス防護のための判断基準値	設定根拠
塩酸	50 ppm	IDLH 値
アンモニア	300 ppm	IDLH 値
メタノール	2200 ppm	産業中毒便覧（増補版）（7月1992）に基づき設定
亜酸化窒素	150 ppm	Hazardous Substances Data Bank（HSDB）（2016）に基づき設定

別添表-6 有毒ガス防護のための判断基準値設定の考え方 (1/4)
(塩酸)

		記載内容
国際化学物質安全性カード (短期ばく露の影響) (ICSC: 0163, 11月2016)		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。本ガスを吸入すると、喘息様反応(RADS)を引き起こすことがある。曝露すると、のどが腫れ、窒息を引き起こすことがある。高濃度で吸入すると、眼や上気道に腐食の影響が現れてから、肺水腫を引き起こすことがある。高濃度を吸入すると、肺炎を引き起こすことがある。 肺水腫の症状は、2~3時間経過するまで現れない場合が多く、安静を保たないと悪化する。したがって、安静と経過観察が不可欠である。
IDLH (1994)	基準値	50 ppm
	致死 (LC) データ	1時間のLC ₅₀ 値 (マウス) 1108ppm等 (Wohlslagel et al. 1976)
	人体のデータ	IDLH 値 50ppm はヒトの急性吸入毒性データに基づいている。 (Flury and Zernik 1931: Henderson and Haggard 1943: Tab Biol Per 1933) 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 50ppm 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

別添表-6 有毒ガス防護のための判断基準値設定の考え方 (2/4)
(アンモニア)

		記載内容
国際化学物質安全性カード (短期ばく露の影響) (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れてから肺水腫を引き起こすことがある。
IDLH (1994)	基準値	300 ppm
	致死 (LC) データ	1時間のLC ₅₀ 値 (マウス) 4230ppm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

別添表-6 有毒ガス防護のための判断基準値設定の考え方 (3/4)
(メタノール)

		記載内容
国際化学物質安全性カード (短期ばく露の影響) (ICSC: 0057, 5月2018)		眼, 皮膚, 気道を刺激する。中枢神経系に影響を与え, 意識を喪失することがある。失明することがあり, 場合によっては死に至る。これらの影響は遅れて現れることがある。医学的な経過観察が必要である。
IDLH (1994)	基準値	6000 ppm
	致死 (LC) データ	2時間のLC ₅₀ 値 (マウス) 37594ppm等 (Izmerov et al. 1982)
	人体のデータ	なし 中枢神経に対する影響を考慮していない。



出典		記載内容
NIOSH	IDLH	6000ppm: 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(増補版) (7月1992)		メチルアルコールガスに繰り返し曝露して生じる慢性中毒症状は, 結膜炎, 頭痛, 眩暈, 不眠, 胃腸障害, 視力障害などである。気中濃度が200ppm以下であれば, 産業現場における中毒はほとんど起こらない。 動物の中枢神経影響に係る吸入毒性情報としては, 8時間×8800ppmが最小の影響濃度(軽い麻酔作用)とされている。当該情報から時間換算係数及びUF(不確実係数)を考慮するとIDLH相当値は2200ppmとなる。*
有害性評価書		なし
許容濃度の提案理由 (1963)		アメリカ(ACGIH), 英国(ICI), 独乙, イタリアでは200ppmの数値をあげている。
化学物質安全性 (ハザード)評価シート		なし



IDLH値の2200ppm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

注記* : IDLHの算出方法については、「Derivation of Immediately Dangerous to Life or Health (IDLH) Values (NIOSH (米国国立労働安全衛生研究所))」に詳細が記載されており、以下の式で求めることとしている。また、各係数の算出方法についても記載されている。

$$\begin{aligned} \text{IDLH Value} &= \text{POD} \div \text{UF (不確実係数)} \times \text{時間換算係数} \\ &= 8800\text{ppm} \div 10 \times 2.5 = 2200\text{ppm} \end{aligned}$$

- POD : 動物試験やヒトの疫学調査などから得られた用量-反応評価の結果において、毒性反応曲線の基準となる出発点の値 (8800ppm)
- UF (不確実係数) : 動物試験やその他の情報に基づいて設定する不確実係数(10)

動物の最小影響濃度 (LOAEL) を用いた場合の IDLH 算出事例

Table A-3. Acute toxicity data and 30-minute-equivalent non-lethal concentration values for chlorine

Species	Reference	LOAEL (ppm)	Time (minutes)	Adjusted 30 minute LC*	UF†	30-minute derived value (ppm)‡
Mouse	Jiang et al. [1983]	9.1	360	32	10	3.2
Rat	Jiang et al. [1983]	9.1	360	32	10	3.2

Abbreviation: LOAEL = lowest observed adverse effect level; ppm = parts per million; UF = uncertainty factor.

*For exposures other than 30 minutes, the ten Berge et al. [1986] relationship is used for duration adjustment ($C^n \times t = k$); no empirically estimated n values were available; therefore, the default values were used: $n = 3$ for exposures greater than 30 minutes and $n = 1$ for exposures less than 30 minutes.

†The selection of the UF for chlorine was based on Chapter 4.0: Use of Uncertainty Factors. The UF of 10 was selected on the basis of (1) animal to human differences, and (2) human variability.

‡Derived values are calculated by dividing the Adjusted 30-minute LC by the UF.

- 時間換算係数 :

30分の毒性値に換算する際に用いる係数で、濃度とばく露時間の関係式 (濃度の3乗×時間=一定) から算出。((480分/30分)^{1/3} ≒ 2.5)

別添表-6 有毒ガス防護のための判断基準値設定の考え方 (4/4)
(亜酸化窒素)

		記載内容
国際化学物質安全性カード (短期ばく露の影響) (ICSC: 0067, 6月2015)		液体は、凍傷を引き起こすことがある。中枢神経系に影響を与えることがある。意識低下を生じることがある。
ばく露 限界値	IDLH	なし
	日本産業衛生学会 最大許容濃度	なし
	TLV-TWA(8時間の時 間荷重平均の作業 環境許容濃度)	なし
		50ppm



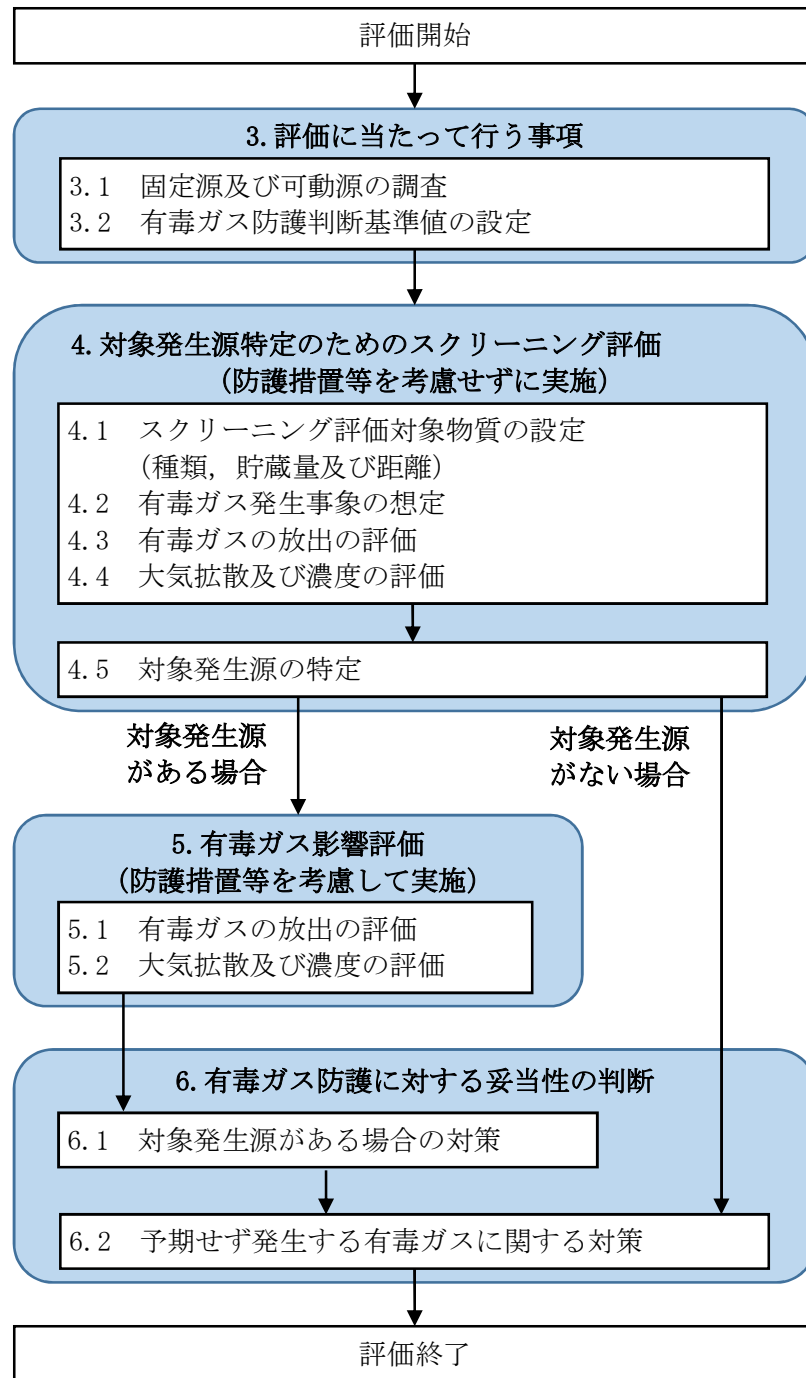
出典	記載内容
産業中毒便覧 (増補版) (7月1992)	90%以上のガスで深麻酔を起こさせる。
人体に対する影響 Hazardous Substances Data Bank (HSDB) (U.S. National Library of Medicine "TOXNET DATABASE" 2016)	<ul style="list-style-type: none"> ・亜酸化二窒素は無害であり、気道に刺激を与えないが、50ppmを超える濃度では、機敏性、認知性、運動及び視聴覚機能が低下する。 ・8時間の時間荷重平均 (TWA) : 50ppm ・職業的ばく露限界の推奨値 : TLV-TWA*を超えない場合でも、1日の合計30分以内で TLV-TWA の3倍 (150ppm) を超えてはならず、TLV-TWA の5倍を超える状況があってはならない。

注記* : 慢性毒性の基準

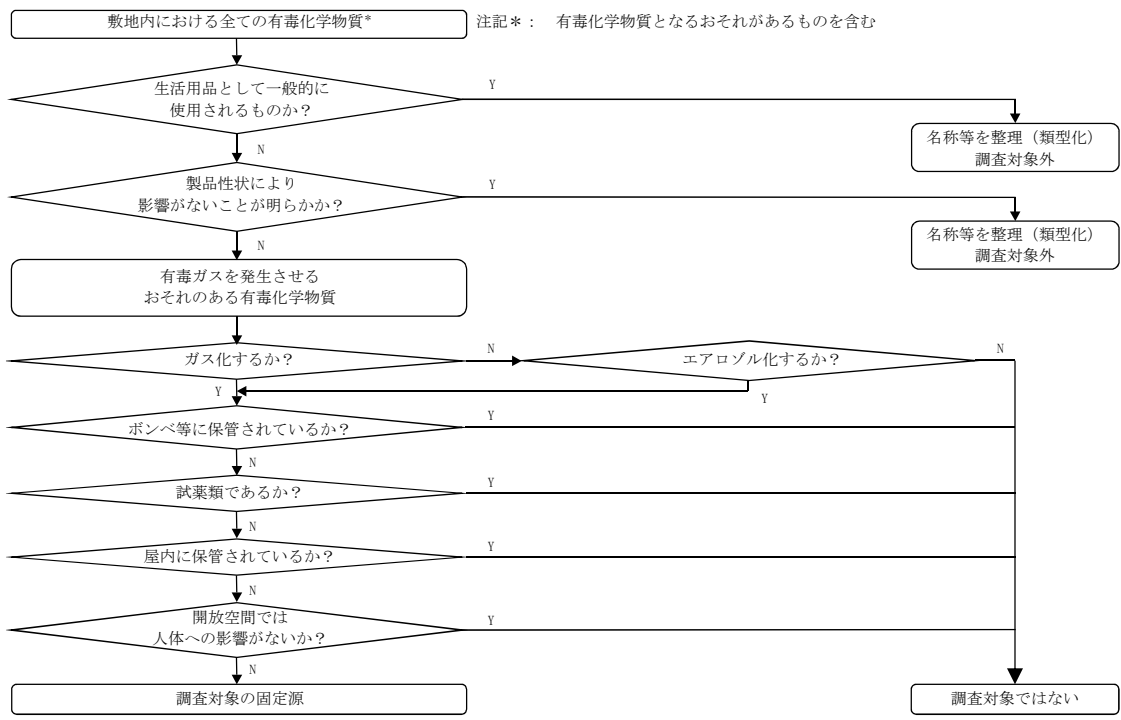


150ppm を有毒ガス防護判断基準値とする。

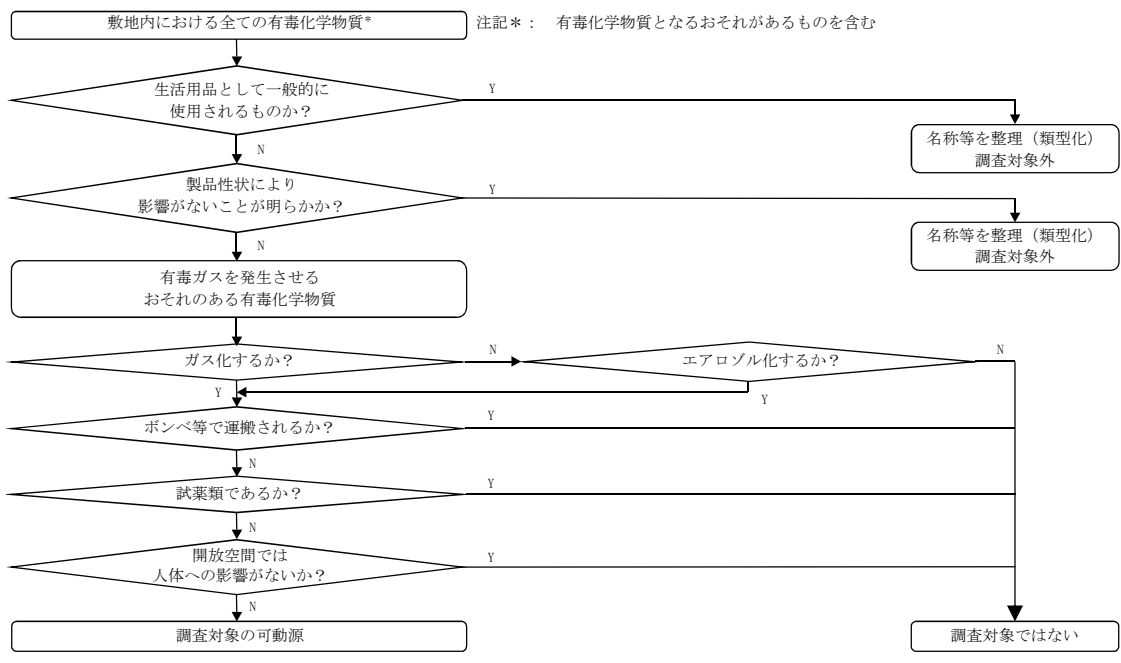
[- - -] : 有毒ガス防護判断基準値設定の直接的根拠



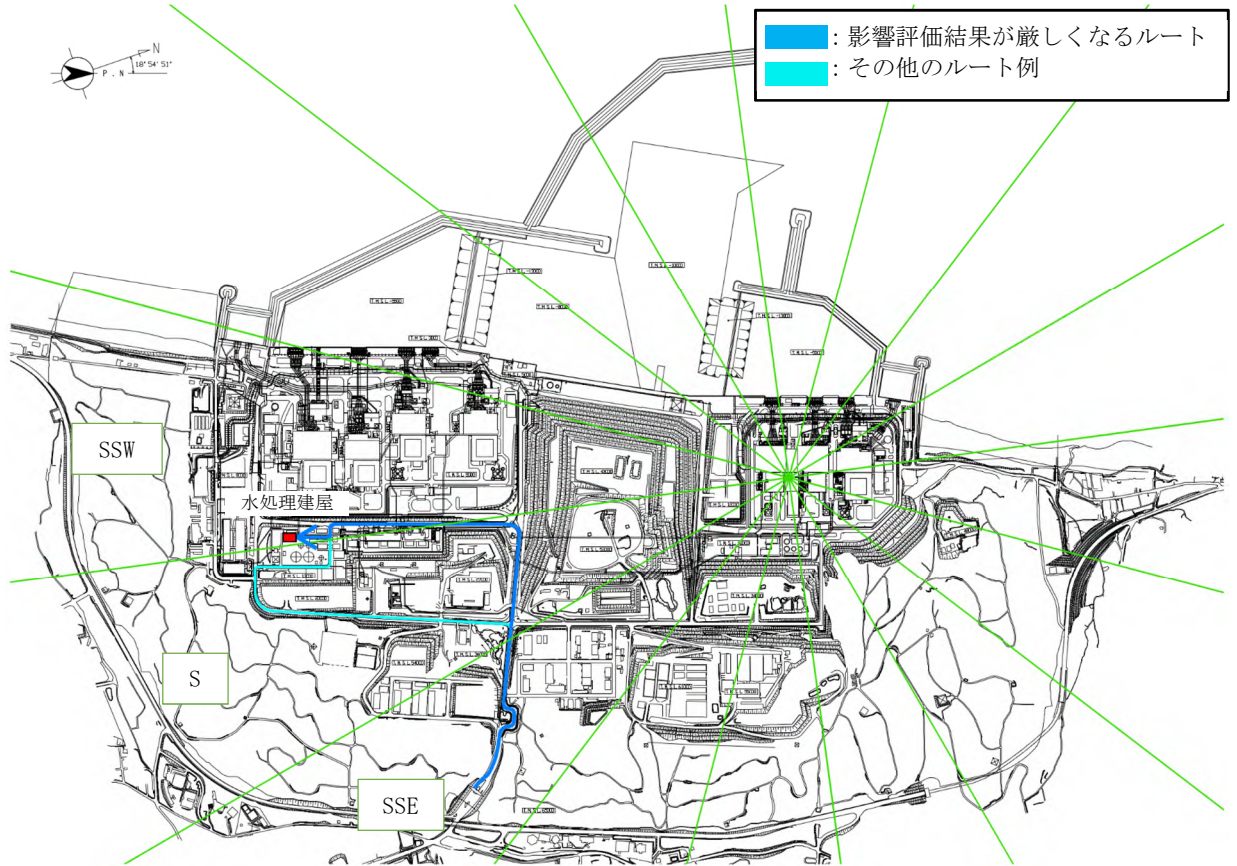
別添図-1 有毒ガス防護に係る妥当性確認のフロー



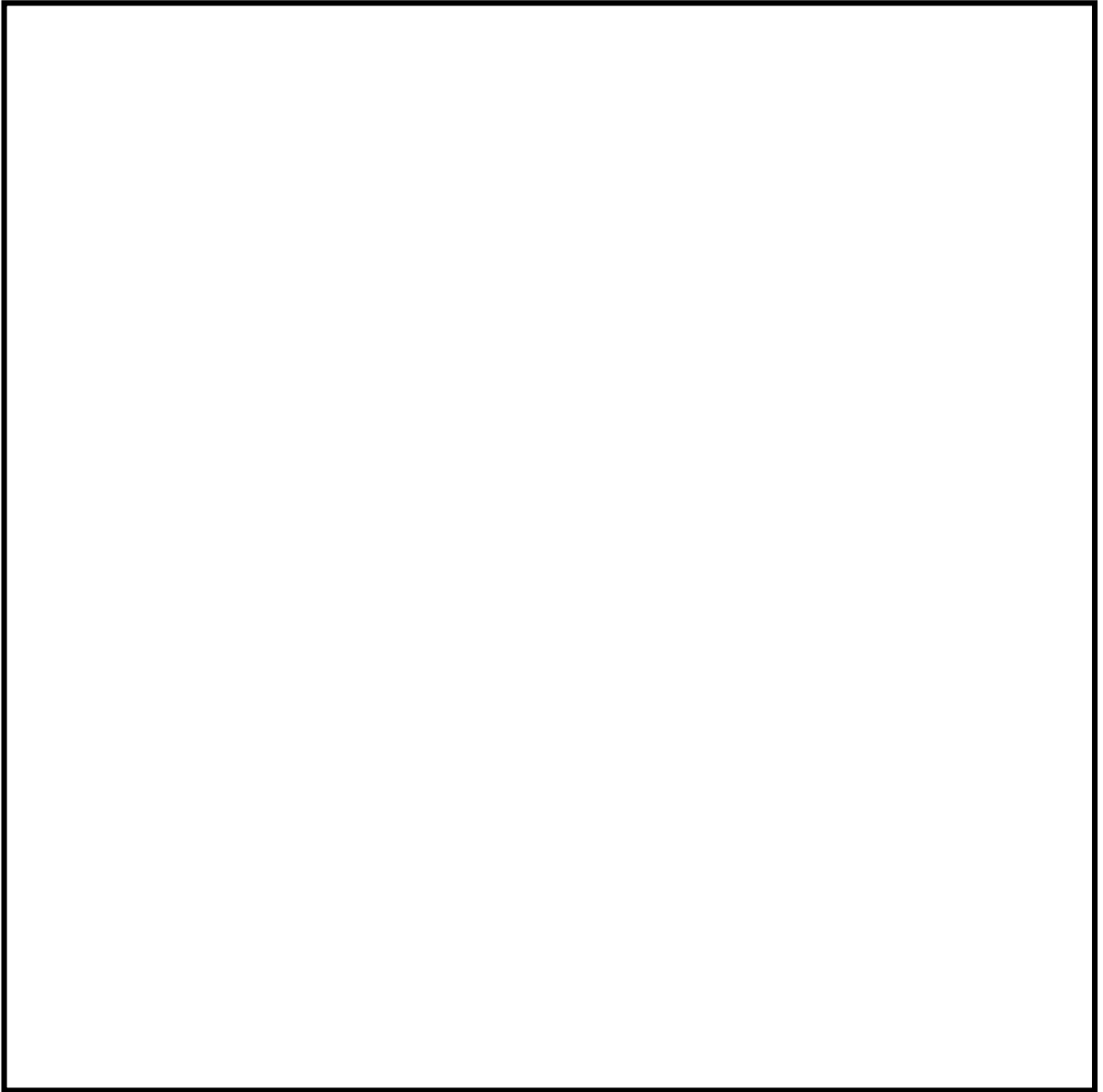
別添図-2 固定源の特定フロー



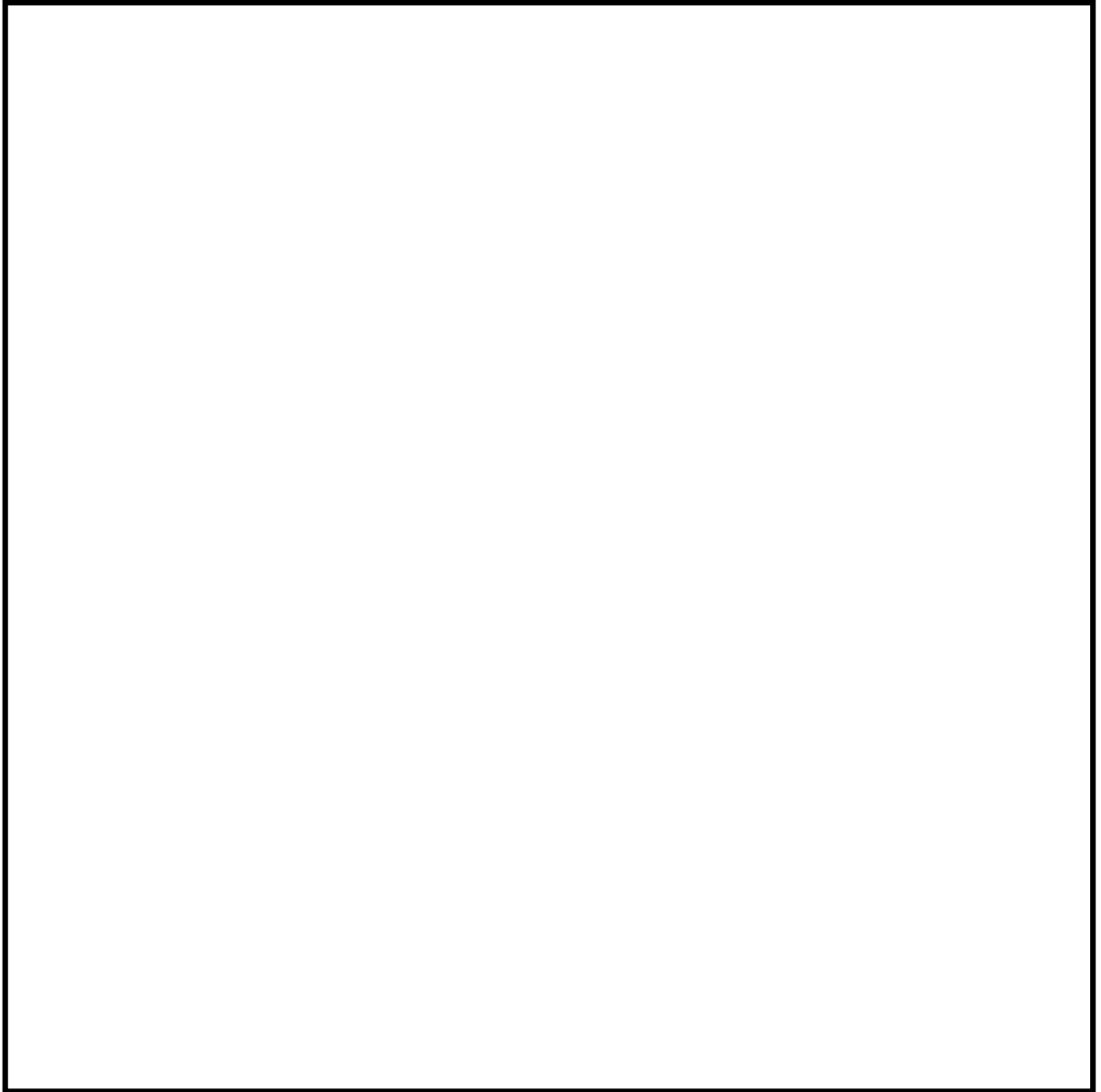
別添図-3 可動源の特定フロー



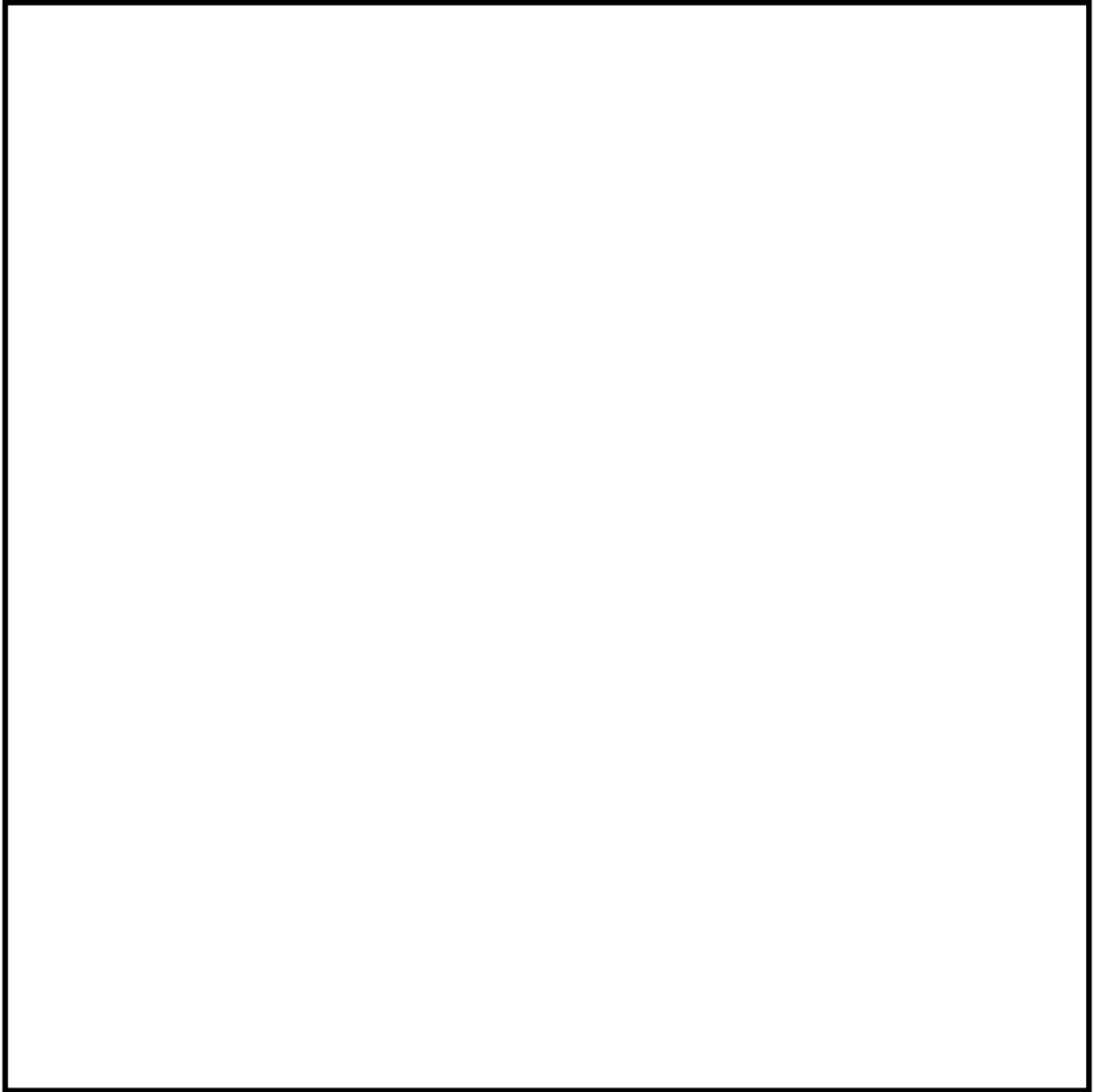
別添図-4 中央制御室等と敷地内可動源の輸送ルートとの位置関係



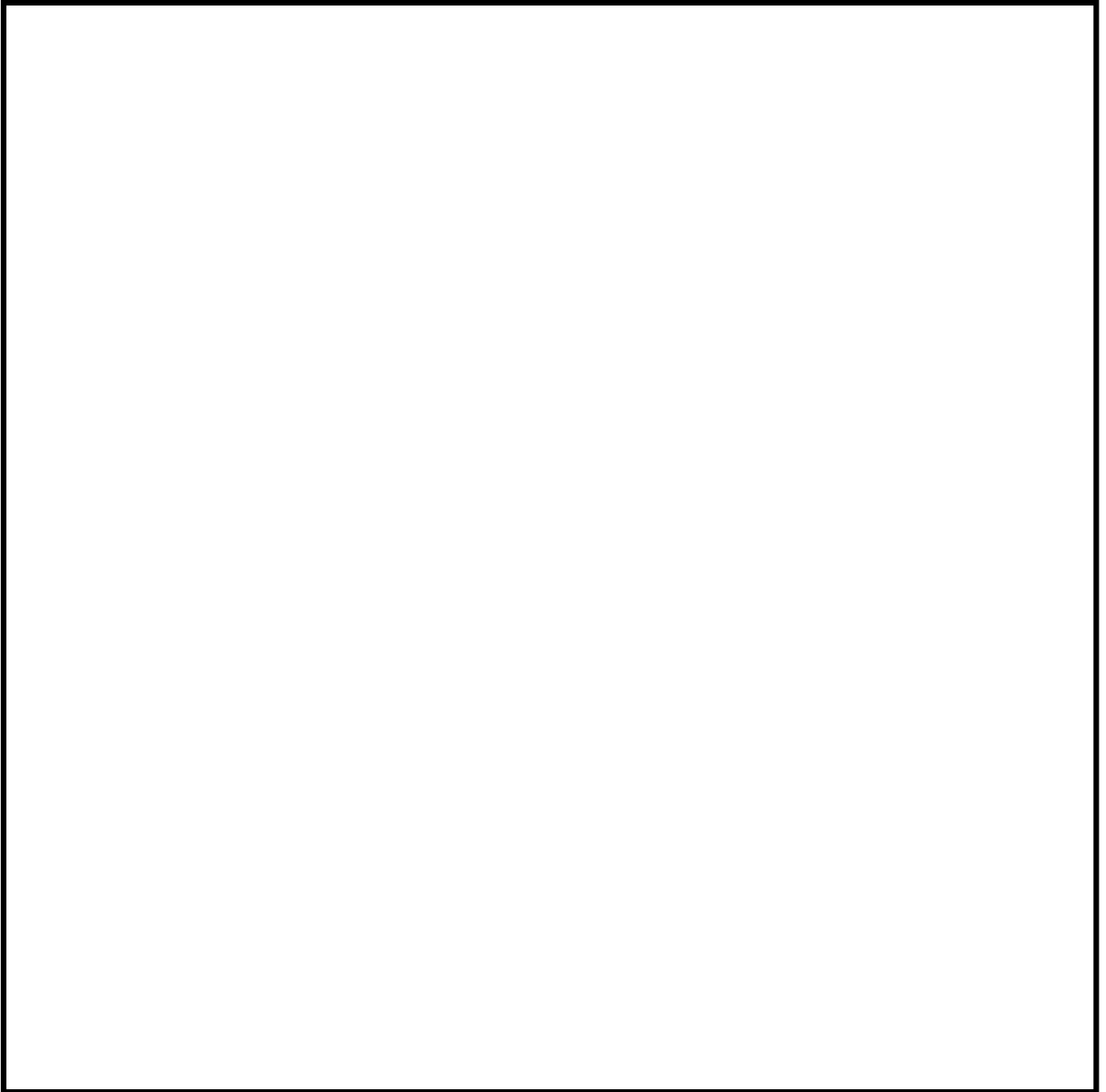
別添図-5 柏崎刈羽原子力発電所と敷地外固定源の位置関係（アンモニア）（1/4）



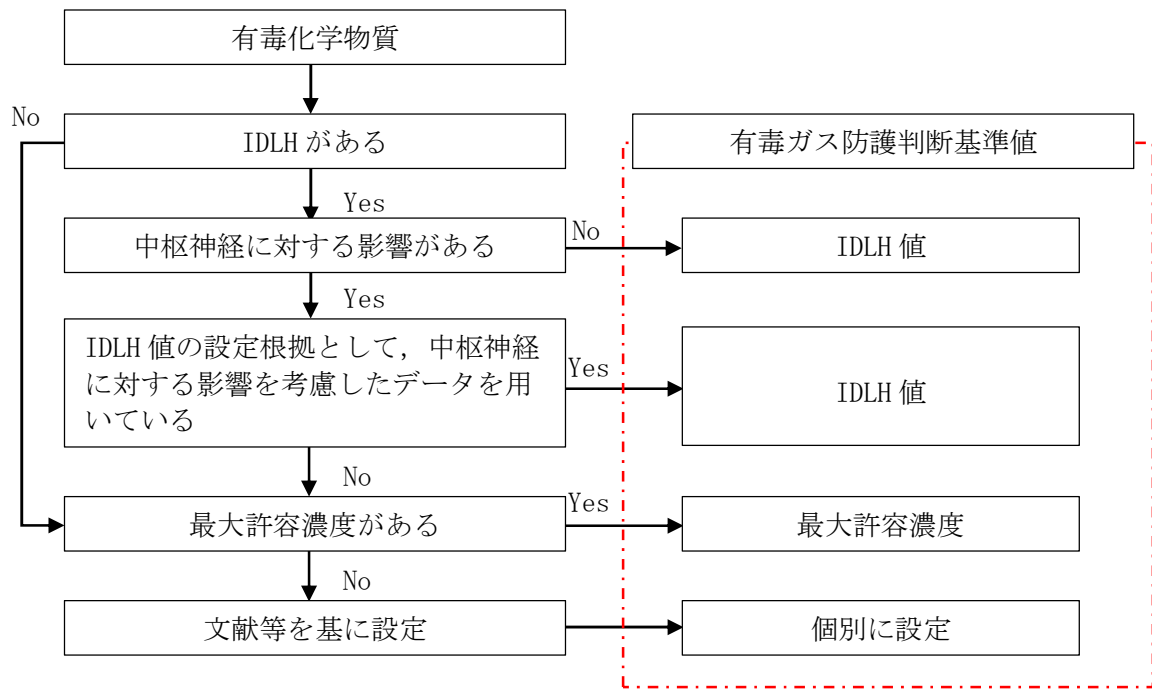
別添図-5 柏崎刈羽原子力発電所と敷地外固定源の位置関係（塩酸）（2/4）



別添図-5 柏崎刈羽原子力発電所と敷地外固定源の位置関係（メタノール）（3/4）



別添図-5 柏崎刈羽原子力発電所と敷地外固定源の位置関係（亜酸化窒素）（4/4）



別添図-6 有毒ガス防護のための判断基準値設定の考え方

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。

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

a. 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 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たさないと想定される濃度限度値をいう。
(ガイド 1.3(13))
- ・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

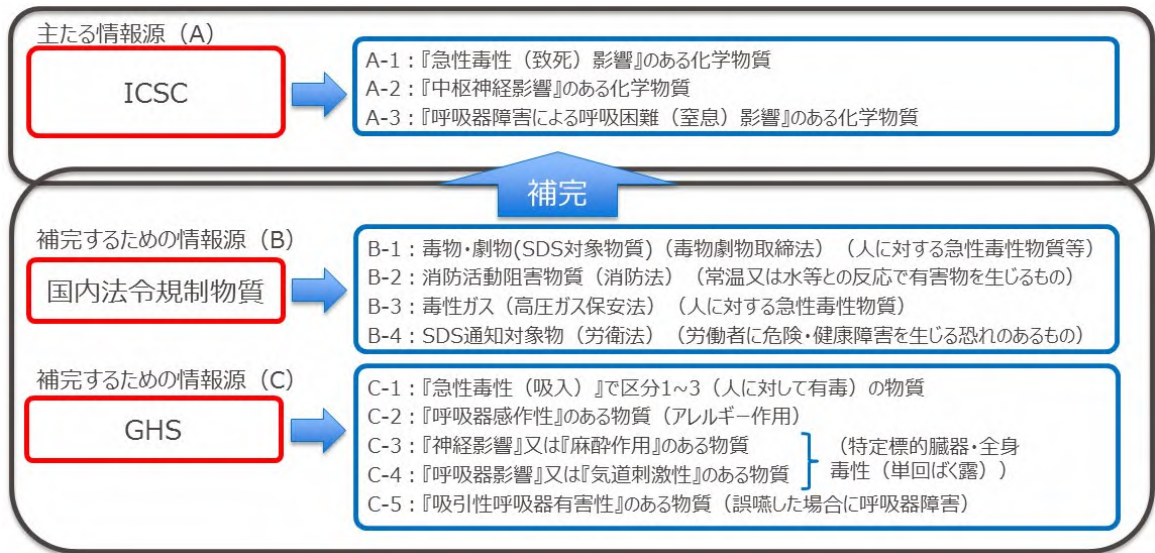
b. 参照する情報源

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、別紙図-1のように網羅的に抽出し、設定の対象とした。



別紙図-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。

- A. 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：平成 29 年 12 月 5 日
- B. 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：平成 30 年 11 月 30 日総務省令第 65 号
 - ②毒物及び劇物取締法：医薬品食品衛生研究所『毒物および劇物取締法（毒劇法）（2）毒劇物検索性ファイル』
 - ・最終更新：平成 30 年 12 月 25 日
 - ③高圧ガス保安法：一般高圧ガス保安規則
 - ・最新改正：平成 31 年 1 月 11 日経済産業省令第 2 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：平成 30 年 12 月 18 日
- C. GHS 分類：経済産業省『政府による GHS 分類結果』
 - ・最終更新：平成 30 年 12 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別紙表-1に示す。

また、窒素及び水素については、別紙表-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はないものの、ICSC の吸入の危険性において、「閉ざされた場所では窒息を起こすことがある。」との記載があることから、窒息性ガスも「人に対する悪影響」のある物質として抽出した。

別紙表-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	
ICSC	A-1:『急性毒性(致死)影響』のある化学物質	<ul style="list-style-type: none"> ・塩酸 ・ヒドラジン ・硫酸 	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・ヒドラジン ・メタノール ・エチレングリコール 	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・塩酸 ・硫酸 ・フッ化水素 	<ul style="list-style-type: none"> ・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)	<ul style="list-style-type: none"> ・アンモニア ・塩酸 ・ヒドラジン 	<ul style="list-style-type: none"> ・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)	<ul style="list-style-type: none"> ・アセチレン ・生石灰 ・無水硫酸 	<ul style="list-style-type: none"> ・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)	<ul style="list-style-type: none"> ・アンモニア ・ベンゼン ・塩素 	<ul style="list-style-type: none"> ・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)	<ul style="list-style-type: none"> ・塩酸 ・ヒドラジン ・メタノール 	<ul style="list-style-type: none"> ・過酸化水素 ・水酸化ナトリウム ・硫酸
GHS	C-1:『急性毒性(吸入)』で区分1~3(人に対して有毒)の物質	<ul style="list-style-type: none"> ・塩酸 ・ヒドラジン ・硫酸 	<ul style="list-style-type: none"> ・フッ化水素 ・過酸化水素 ・硫化水素
	C-2:『呼吸器感作性』のある物質(アレルギー作用)	<ul style="list-style-type: none"> ・塩酸 ・アセチルサリチル酸 ・クロム 	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・アンモニア ・ヒドラジン ・メタノール 	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・アンモニア ・塩酸 ・ヒドラジン 	<ul style="list-style-type: none"> ・メタノール ・エチレングリコール ・水酸化ナトリウム
	C-5:『吸引性呼吸器有害性』のある物質(誤嚥した場合に呼吸器障害)	<ul style="list-style-type: none"> ・スチレン ・ベンゼン ・トルエン 	<ul style="list-style-type: none"> ・キシレン ・水酸化カリウム

別紙表-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>【短期ばく露の影響】 記載無し。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・急性毒性 (吸入) : 区分外 ・呼吸器感作性 : データなし ・特定標的臓器・全身毒性 (単回ばく露) : 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>【短期ばく露の影響】 液体は、凍傷を引き起こすことがある。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・急性毒性 (吸入) : 区分外 ・呼吸器感作性 : データなし ・特定標的臓器・全身毒性 (単回ばく露) : データなし ・吸引性呼吸器有害性 : 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>【短期ばく露の影響】 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) : 区分外 ・呼吸器感作性 : データなし ・特定標的臓器・全身毒性 (単回ばく露) : データなし ・吸引性呼吸器有害性 : 分類対象外

2. 有毒化学物質の抽出

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、調査を行い柏崎刈羽原子力発電所内で使用される有毒化学物質を抽出した。抽出フローを別紙図-2に示す。

(1) 有毒化学物質を含むおそれがある化学物質の抽出

柏崎刈羽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

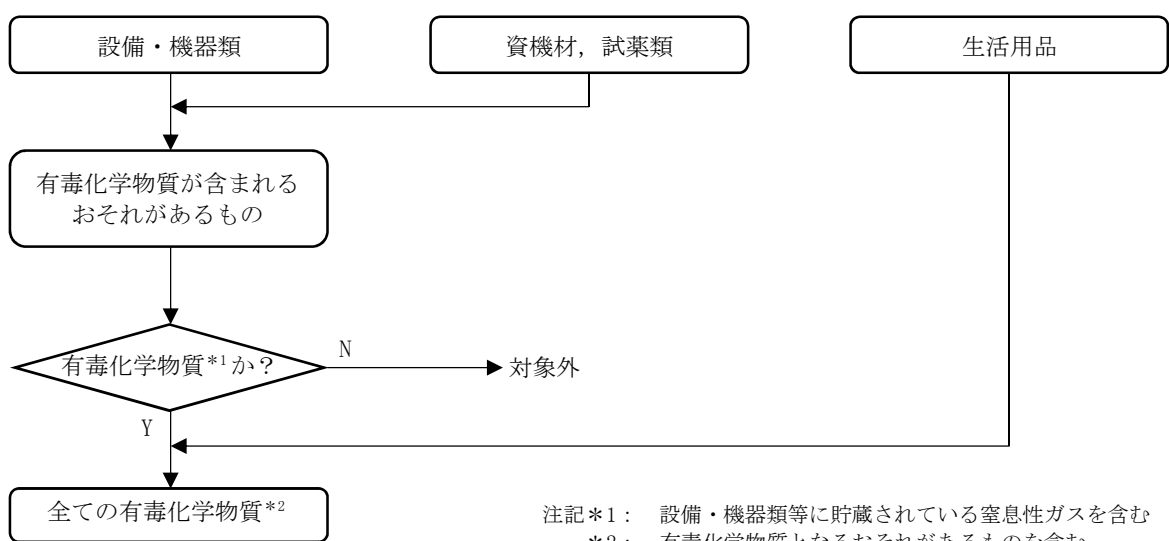
生活用品については、運転員の対処能力に影響を与える観点で考慮不要と考えられることから名称等を整理（類型化）し、抽出した。

(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。



別紙図-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別紙表-1に示す。

別紙表-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	×	×
肥料取締法	×	×
麻薬及び向精神薬取締法	○	×*1
覚せい剤取締法	○	×*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	×	×
放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律	○	×*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	○	×*4
石油コンビナート等災害防止法	○	×*5

- 注記*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、放射性同位元素の数量に係るものであることから対象外とした。
- *3： 貯蔵量の届出義務はあるが、人の健康の保護を目的とした法令ではなく、急性毒性に係る情報もないことから対象外とした。
- *4： 都市ガスに係る法律。発電所から10km圏内に都市ガスはないため対象外とした。
- *5： 発電所の最寄りの石油コンビナート等特別防災区域は直江津地区、新潟西港地区、新潟東港地区であるが、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。