

資料 3 1 中央制御室の機能に関する説明書

目 次

	頁
1. 概要	T2-添31-1
2. 基本方針	T2-添31-1
2.1 中央制御室の共用	T2-添31-1
2.2 中央制御盤等	T2-添31-1
2.3 外部状況把握	T2-添31-2
2.4 居住性の確保	T2-添31-2
2.5 通信連絡	T2-添31-3
2.6 有毒ガスに対する防護措置	T2-添31-3
2.7 適用基準及び適用規格等	T2-添31-4
3. 中央制御室の機能に係る詳細設計	T2-添31-5
3.1 中央制御室の共用	T2-添31-5
3.2 中央制御盤等	T2-添31-5
3.2.1 中央制御盤等の構成	T2-添31-5
3.2.2 誤操作防止	T2-添31-6
3.2.3 電源喪失に関する考慮	T2-添31-7
3.2.4 試験及び検査に関する考慮	T2-添31-8
3.2.5 信頼性に関する考慮	T2-添31-8
3.3 外部状況把握	T2-添31-9
3.3.1 監視カメラ	T2-添31-9
3.3.2 気象観測設備等	T2-添31-9
3.3.3 公的機関からの気象情報入手	T2-添31-9
3.4 居住性の確保	T2-添31-10
3.4.1 換気設備	T2-添31-10
3.4.2 生体遮蔽装置	T2-添31-10
3.4.3 照明	T2-添31-11
3.4.4 酸素濃度計及び二酸化炭素濃度計	T2-添31-11
3.4.5 アニュラス空気再循環設備	T2-添31-11
3.4.6 チェンジングエリア	T2-添31-12
3.5 通信連絡	T2-添31-12

3.6 有毒ガスに対する防護措置	T2-添31-13
3.6.1 固定源に対する防護措置	T2-添31-13
3.6.2 可動源に対する防護措置	T2-添31-14
4. 中央制御室の有毒ガス濃度評価	T2-添31-15
4.1 評価条件	T2-添31-15
4.1.1 評価の概要	T2-添31-15
4.1.2 評価事象の選定	T2-添31-15
4.1.3 有毒ガス到達経路の選定	T2-添31-15
4.1.4 有毒ガス放出率の計算	T2-添31-15
4.1.5 大気拡散の評価	T2-添31-17
4.1.6 有毒ガス濃度評価	T2-添31-20
4.1.7 有毒ガス防護のための判断基準値	T2-添31-20
4.1.8 有毒ガス防護のための判断基準値に対する割合	T2-添31-20
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 ..	T2-添31-21
4.2 評価結果	T2-添31-21
4.2.1 有毒ガス防護のための判断基準値に対する割合	T2-添31-21
4.2.2 有毒ガス防護のための判断基準値に対する割合の合算	T2-添31-21
4.3 有毒ガス濃度評価のまとめ	T2-添31-21

別添 固定源及び可動源の特定について

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（1号機設備、1・2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並びに技術基準規則第73条及びその解釈に関わる中央制御盤及びS A監視操作盤の機能について説明する。

なお、技術基準規則第38条及びその解釈に関わる発電用原子炉施設の外部の状況を把握する機能、中央制御室に施設する酸素濃度計及び有毒ガスに対する防護措置以外は要求事項に変更がなく、中央制御盤のデジタル化に関するもの以外については、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、通信連絡に関する機能及び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 中央制御室の共用

中央制御室は、制御建屋内に設置し、基準地震動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、運転員の相互融通及び居住性を考慮した共通のスペースとし、必要な情報を共有し、総合的な運転管理（事故処置を含む）をすることで安全性の向上を図り、1号機及び2号機で共用できるものとする。

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。

中央制御室に設置また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、資料6「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 中央制御盤等

中央制御盤は、運転コンソール及び運転指令コンソールで構成し、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1次冷却設備に係

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、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する設計とする。また、記録については、原則として記録用計算機にて記録する。

重大事故等時においては、運転コンソール及びS A監視操作盤を用いて、原則として中央制御室における監視及び操作が可能な設計とする。

中央制御盤等における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、室外の火災により発生したばい煙、有毒ガス及び降下火砕物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、資料7「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措置については、資料8「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カメラの映像等により昼夜にわたり監視できる装置、気象観測設備（3号機設備、1・2・3・4号機共用、3号機に設置（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、監視カメラ（「1号機設備、1・2・3・4号機共用、1号機に設置」、「3号機設備、1・2・3・4号機共用、3号機に設置」（以下同じ））のうち津波監視カメラ（3号機設備、1・2・3・4号機共用、3号機に設置（以下同じ））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、1号機、2号機、3号機及び4号機の非常用所内電源設備から給電できる設計とする。

2.4 居住性の確保

1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、中央制御室の建物の気密性、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及び中央制御室外の火災により発生する有毒ガス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。

重大事故等が発生した場合において運転員がとどまるために必要な設備である中央制御室空調装置（1号機設備、1・2号機共用（以下同じ。））及び中央制御室遮蔽（1号機設備、1・2号機共用（以下同じ。））、可搬型の酸素濃度計（1号機設備、1・2号機共用、1号機に保管（以下同じ。））及び二酸化炭素濃度計（1号機設備、1・2号機共用、1号機に保管（以下同じ。））並びに可搬型照明（S A）（1号機設備、1・2号機共用、1号機に保管（以下同じ。））により居住性を確保する。また、炉心の著しい損傷が発生した場合において、運転員が中央制御室にとどまるために原子炉格納施設のアニュラス空気再循環設備により、原子炉格納容器から漏えいした空気中の放射性物質の濃度を低減できる設計とする。さらに、中央制御室への汚染の持ち込みを防止するための身体サーベイ、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（「1号機設備、1・2号機共用、1号機に設置」、「1号機設備、1・2号機共用、2号機に設置」、「1号機設備、1・2号機共用、1号機に保管」（以下同じ））として、1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通信設備（発電所内）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通信設備（発電所内）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。

2.6 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。

中央制御室は、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（以下「固定源」という。）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設計とする。固定源の有毒ガス影響を軽減することを期待する防液堤等は、現場の設置状況を踏まえ、評価条件を設定する。

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。）に対しては、中央制御室換気設備の隔離等の対策により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号原子力規制委員会決定）（以下「有毒ガス評価ガイド」という。）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、有毒化学物質の性状、貯蔵状況等を踏まえ、固定源及び可動源を特定する。

2.7 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29年4月5日 原規技発第1704051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年7月27日 原院第1号）
- ・ 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、平成13年3月29日一部改訂）
- ・ 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 中央制御室の共用

中央制御室は、プラントの状況に応じた運転員の相互融通などを考慮し、居住性にも配慮した共通のスペースとし、必要な情報（相互のプラント状況、運転員の対応状況等）を共有又は考慮しながら、総合的な運転管理（事故処置を含む）をすることで安全性の向上を図り、1号機及び2号機で共用できるものとする。

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、一部の共通設備を除いて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。

中央制御室に設置また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 中央制御盤等

3.2.1 中央制御盤等の構成

中央制御盤は、発電用原子炉及び主要な関連設備の集中的な監視操作を可能とした運転コンソール及び運転員の指揮及び監督を行うための運転指令コンソールで構成する。

運転コンソールには、安全系設備の監視操作機能を有する安全系VDU（注1）、常用系設備及び安全系設備の監視操作機能を有する監視操作VDU、警報表示機能を有する警報VDU等を設け、運転員が発電用原子炉及び主要な関連設備の監視及び操作を集中して行える設計とする。また、原子炉トリップや工学的安全施設作動に関わるスイッチは運転コンソールにハードウェア操作器を設置し、緊急時に手動による早急な対応が行える設計とする。通常運転時、異常な過渡変化時及び設計基準事故時の主要な監視及び操作の対象を第1-1表に示す。

運転指令コンソールには、常用系設備及び安全系設備の監視機能を有する監視用VDU及び警報表示機能を有する警報VDU等を設け、運転員の指揮及び監督を行う者が原子炉及び主要な関連設備の状態を把握し、運転員への適切な指示が行える設計とする。

運転支援の観点から、大型表示装置を中央制御室に設置する。大型表示装置には、系統を表現した画面上に主要パラメータ及び代表警報を表示し、運転員のプラント設備全体の状態把握を支援できる設計とする。中央制御盤（運転コンソール、運転指令コンソール）及び大型表示装置の概略構成を第1図に示す。

また、補助操作盤として、1次系補機操作盤及び送電コンソールを中央制御室に設置する。

1 次系補機操作盤はほう酸回収設備等の遠隔監視操作を行い、対象となるポンプ及び電動弁等の補機（以下「補機類」という。）のシーケンス制御及びプロセス制御を行うと共に操作盤のV D Uにより監視操作できる設計とする。

送電コンソールは、送電設備の監視操作がV D Uにより行える設計とする。

さらに重大事故等時においては、運転コンソール及びS A監視操作盤を用いて、原則として中央制御室における監視及び操作が可能な設計とする。

運転コンソールは、設計基準対象施設と兼用する重大事故等対処設備のパラメータ及び補機類を、原則として安全系V D U及びハードウェア操作器により監視及び操作が可能な設計とする。

S A監視操作盤は、中央制御室で監視及び操作する重大事故等対処設備のパラメータ及び補機類（ただし、運転コンソールで操作する補機類を除く。）を、原則としてV D Uにより監視及び操作が可能な設計とする。また、S A監視操作盤は、長期の全交流動力電源喪失時においても機能を維持する設計とするとともに、長期の全交流動力電源喪失時においても中央制御室からの操作が必要な空冷式非常用発電装置を操作可能な設計とする。

中央制御室における重大事故等時の主要な監視及び操作の対象を第1-2表に示す。

（注 1）Visual Display Unit の略

3.2.2 誤操作防止

中央制御室の環境条件^{（注）}、中央制御室の配置及び作業空間に留意するとともに運転コンソールの盤面機器及び盤面表示（操作器、指示計、警報）をシステムごと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ド化（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及び設計基準事故時並びに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。S A監視操作盤は、盤面機器及び盤面表示（操作器、指示計）をシステムごとにグループ化した配列等を行うことで、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、地震による運転コンソール及びS A監視操作盤への誤接触を防止し、安全を確保できるよう、運転員机、運転コンソール及びS A監視操作盤近傍に手摺を設ける設計とするとともに緊急時対策所との情報伝達に不備等が生じないように、必要な情報を、運転員を介さずとも確認できる装置として、安全パラメータ表示システム（S P D S）（1号機設備、1・2・3・4号機共用、1・3・4号機に設置）

及びSPDS表示装置（1号機設備、1・2・3・4号機共用、1・3・4号機に設置）を設ける設計とする。

運転コンソール、1次系補機操作盤及びSA監視操作盤の各VDUはタッチオペレーション方式とし、タッチ方式を一貫（補機類の操作は、2タッチ（選択＋操作許可）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運転コンソールと同様に、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ド化等を行うことで、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、設計基準事故時及び重大事故等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第2表に示す。

（注）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、外部電源喪失及びばい煙、有毒ガス及び降下火砕物による操作雰囲気の悪化）

3.2.3 電源喪失に関する考慮

運転コンソールに設置する原子炉トリップや工学的安全施設作動に関わるハードウェア操作器及び安全系VDUは、非常用の計器用電源（無停電電源装置）から給電し、短時間の全交流動力電源喪失時にも機能を喪失しない設計とする。また、1つの計器用電源の故障により全ての機能が喪失しないように適切に分散を図った電源構成とする。

運転コンソールに設置する監視操作VDU及び警報VDUは、常用系の計器用電源から給電し、それぞれ複数台ある監視操作VDU及び警報VDUに対し、1つの計器用電源の故障により各々の機能が喪失しないように適切に分散を図った電源構成とする。

SA監視操作盤は、SA監視計器用電源から給電し、早期の交流電源の復旧見込みがない場合でも、不要な他の直流負荷を切り離すことにより、機能を喪失しない設計とする。

3.2.4 試験及び検査に関する考慮

運転コンソールは、運転コンソールで監視又は操作を行う試験及び検査が行える設計とする。

運転コンソールに設置する安全系V D U、監視操作V D U及び警報V D Uは、それぞれ複数台設置し、試験及び検査中においても、運転員が原子炉及び主要な関連設備の監視操作を行える設計とする。

また、保守コンソールに、運転コンソールと同等の機能を持つ監視操作V D U及び警報V D Uを設け、試験及び検査が行える設計とする。

1次系補機操作盤、S A監視操作盤及び現場盤は、1次系補機操作盤、S A監視操作盤及び現場盤で監視又は操作を行う試験及び検査が行える設計とする。

3.2.5 信頼性に関する考慮

運転コンソールに設置する原子炉トリップや工学的安全施設作動に関わるハードウェア操作器及び安全系V D Uは、高い信頼性を有するものを使用し、プラントを安全に停止するために必要な監視操作機能を確保する設計とする。

運転コンソールに設置する監視操作V D U及び警報V D Uは、高い信頼性を有するものを使用する設計とする。

また、安全系V D U、監視操作V D U及び警報V D Uは、それぞれ複数台設置することにより、1台が故障した場合においても、その機能が喪失しない設計とする。

さらに、監視操作V D Uからの操作信号は、安全保護系の信号と機能分離を図り、万一、誤信号が発信された場合でも、安全保護系の機能が阻害されない設計とする。

1次系補機操作盤及び現場盤に設置する警報機能は、その機能が喪失した場合、運転コンソールに警報を発する設計とする。

S A監視操作盤に設置するV D Uは、高い信頼性を有するものを使用する。

3.3 外部状況把握

3.3.1 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周辺状況（海側、山側）等を監視するため、屋外に暗視機能などを持った暗視カメラを設置し、中央制御室にて遠隔操作することにより昼夜にわたり把握することができる設計とする。

監視カメラのうち津波監視カメラはSクラスの設備とし、地震荷重、津波による荷重、風荷重、積雪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非常用所内電源設備から受電する設計とする。また、その他監視カメラは、屋外用のカメラを使用する設計とする。

監視カメラで把握可能な自然現象等を第3表、監視カメラの仕様を第4表、監視カメラの配置を第2図に示す。

具体的な、津波監視カメラの強度及び給電の機能は、資料2「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第5表に示す。

なお、その他重大事故等時の対応として、可搬型気象観測装置（1号機設備、1・2・3・4号機共用、1号機に保管（以下同じ））も保管している。

3.3.3 公的機関からの気象情報入手

中央制御室に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

中央制御室空調装置は、設計基準事故及び重大事故等が発生した場合において、フィルタを通る閉回路循環方式とし、運転員を内部被ばくから防護する設計とする。

室外の火災により発生したばい煙、有毒ガス及び降下火砕物の降下に対しても閉回路循環方式に切り換えることにより、外部雰囲気から隔離できる設計とする。

また、閉回路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設計とするとともに、中央制御室の建物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7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、中央制御室の建物の気密性及び中央制御室遮蔽の機能とあいまって、1・2・3・4号機の同時被災を考慮しても居住性に係る判断基準100mSvを超えない設計とする。

具体的な、換気設備の機能については、資料35「中央制御室の居住性に関する説明書」に示す。

中央制御室空調装置は、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、ディーゼル発電機（「重大事故等時のみ1・2号機共用」、「1号機設備、重大事故等時のみ1・2号共用」（以下同じ））が起動することにより電源が確保される。また、重大事故等時においても必要な換気設備は、中央制御室空調装置により確保できる設計とするとともに、ディーゼル発電機に加えて、全交流動力電源喪失時においても代替電源設備である空冷式非常用発電装置から給電できる設計とする。

具体的な、中央制御室空調装置への給電の機能は、資料40「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建物の気密性及び中央制御室空調装置等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、重大事故等時には事故後7日間とどまっても中央制御室の建物の気密性及び中央制御室空調装置等の機能とあいまって、1・2・3・4号機の同時被災を考慮しても居住性に係る判

断基準100mSvを超えない設計とする。

具体的な、中央制御室遮蔽設計、その他の適切な防護の妥当性評価は、資料34「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、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代替電源設備から開始されるまでの間においても、蓄電池内蔵の照明設備により、運転操作に必要な照明用電源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照明（SA）により確保できる設計とするとともに、ディーゼル発電機に加えて、全交流動力電源喪失時においても代替電源設備である空冷式非常用発電装置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照明（SA）の機能については、資料12「非常用照明に関する説明書」に示す。

3.4.4 酸素濃度計及び二酸化炭素濃度計

設計基準事故時及び重大事故等時の対応として、室内の酸素及び二酸化炭素濃度を確認する乾電池又は充電電池等を電源とした可搬型の酸素濃度計（1号機設備、1・2号機共用、1号機に保管（以下同じ））及び二酸化炭素濃度計（1号機設備、1・2号機共用、1号機に保管（以下同じ））は、事故対策のための活動に支障がない酸素及び二酸化炭素濃度の範囲にあることを正確に把握できる設計とする。また、酸素濃度計及び二酸化炭素濃度計は、汎用品を用いる等容易かつ確実に操作できるものとする。

可搬型の酸素濃度計及び二酸化炭素濃度計の仕様を第6表に示す。

具体的な、中央制御室内酸素濃度、二酸化炭素濃度評価については、資料35「中央制御室の居住性に関する説明書」に示す。

3.4.5 アニュラス空気再循環設備

原子炉格納施設のアニュラス空気再循環設備により、炉心の著しい損傷が発生した場合において、原子炉格納容器から漏えいした空気中の放射性物質の濃度を低減できる設計とするとともに、ディーゼル発電機に加えて、代替電源設備である空冷式非常用発電装置から給電できる設計とする。

アニュラス空気再循環設備の詳細については、添付資料 3 6 「原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」に示す。

具体的な、アニュラス空気再循環設備への給電の機能は、添付資料 4 0 「非常用発電装置の出力の決定に関する説明書」に示す。

3.4.6 チェンジングエリア

重大事故等が発生し、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ち込みを防止することができるよう身体サーベイ、作業服の着替え等を行うための区画を平常時より設ける設計とする。

具体的な、チェンジングエリアの機能については、資料 3 3 「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。

3.5 通信連絡

1 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等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通信設備（発電所内）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。

また、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ため、衛星携帯電話設備等の通信設備（発電所内）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。

具体的な通信連絡設備については、資料 1 0 「通信連絡設備に関する説明書」に示す。

3.6 有毒ガスに対する防護措置

1 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、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、通信連絡設備による連絡、中央制御室換気設備の隔離、防護具の着用等により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等から半径10km以内にある敷地外の固定源並びに可動源を特定し、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。

3.6.1 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で規定される固定源からの「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を不要とする設計とする。

固定源の有毒ガス影響を軽減することを期待する防液堤等について、毒物及び劇物取締法の要求に基づき設置する堰及び漏えいした有毒化学物質の蒸発を低減する覆いは、それぞれ設計上の配慮により構造上更地となるような壊れ方はしないことから、現場の設置状況を踏まえ、評価条件を設定する。

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。

3.6.2 可動源に対する防護措置

可動源に対しては、立会人の随行、通信連絡設備による連絡、中央制御室換気設備の隔離、防護具の着用等により運転員を防護することで、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。

また、可動源から有毒ガスが発生した場合においては、漏えいに対する希釈等の終息活動により有毒ガスの発生を低減するための活動を実施する。

(1) 立会人の随行

発電所敷地内に可動源が入構する場合には、立会人を随行させることで、可動源から有毒ガスが発生した場合に認知可能な体制を整備する。

(2) 通信連絡

可動源から有毒ガス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の通信連絡設備（発電所内）による連絡体制を整備する。

具体的な通信連絡設備については、資料10「通信連絡設備に関する説明書」に示す。

(3) 換気設備

可動源から発生した有毒ガスに対して、中央制御室換気設備の外気取入れを手動で遮断し、閉回路循環方式に切り換えることにより、外部雰囲気から隔離できる設計とする。

具体的な、換気設備の機能については、資料35「中央制御室の居住性に関する説明書」に示す。

(4) 防護具の着用

可動源から発生した有毒ガスから運転員を防護するため、防毒マスク及び酸素呼吸器（12個、1・2号機共用）を配備する。防毒マスク及び酸素呼吸器の配備場所を第3図に示す。可動源から有毒ガスが発生した場合には、当直課長の指示により、運転員は防毒マスク又は酸素呼吸器を着用する。

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。

評価に当たっては、受動的に機能を発揮する設備として、固定源の有毒ガス影響を軽減することを期待する堰及び覆い（以下「防液堤等」という。）を評価上考慮する。

具体的な手順は以下のとおり。

- (1) 評価事象は、評価対象となる固定源から有毒化学物質が漏えいし、有毒ガスが発生することを想定する。なお、固定源について、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選定する。
- (2) 評価事象に対して、固定源から発生した有毒ガスが、中央制御室換気設備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、中央制御室換気設備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

評価対象とする貯蔵容器から防液堤等に有毒化学物質の全量が漏えいし、有毒ガスが発生することを想定する。

4.1.3 有毒ガス到達経路の選定

固定源から発生した有毒ガスについては、中央制御室換気設備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第4図に示す。

4.1.4 有毒ガス放出率の計算

評価対象とする貯蔵容器全てが損傷し、貯蔵されている有毒化学物質が全量防液堤等に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量を評価する。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、敷地内の固定源に貯蔵された有毒化学物質の物性、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、気体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、液体の有毒化学物質の単位時間当たりの大気中への放出量の評価は、文献「Modeling Hydrochloric Acid Evaporation in AL0HA」に従って、「(2) 有毒ガス放出率評価式」により計算する。

固定源の評価条件を第7表、有毒化学物質に係る評価条件を第8表及び第5図にそれぞれ示す。

(1) 事象発生直前の状態

事象発生直前まで貯蔵容器に有毒化学物質が貯蔵されていたものとする。

(2) 有毒ガス放出率評価式

a. 蒸発率 E

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

b. 化学物質の物質移動係数 K_M

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

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

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

c. 補正蒸発率 E_c

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

ここで、

E : 蒸発率 (kg/s)

E_c : 補正蒸発率 (kg/s)

A : 防液堤等開口部面積 (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 : 防液堤等開口部面積の等価直径 (m) ($=\sqrt{(4A/\pi)}$)

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_{H2O} : 温度T (K)、圧力P_v (Pa) における水の分子拡散係数 (m²/s)

M_{WH2O} : 水の分子量 (kg/kmol)

D₀ : 水の拡散係数 ($=2.2 \times 10^{-5}$ m²/s)

(3) 評価の対象とする固定源

有毒ガス評価ガイドに従って選定した敷地内外における固定源を対象とする。

評価の対象とする敷地内外の固定源を第6図及び第7図に示す。

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て、大気拡散を計算して相対濃度を計算する。

固定源の大気拡散計算の評価条件を第9表に示す。

(1) 大気拡散評価モデル

固定源から放出された有毒ガスが、大気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に計算する。

$$\chi/Q = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (\chi/Q)_i \cdot \Delta t_i$$

(建屋影響を考慮しない場合)

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

(建屋影響を考慮する場合)

$$(\chi/Q)_i = \frac{1}{\pi \cdot \Sigma y_i \cdot \Sigma z_i \cdot U_i} \cdot \exp\left(-\frac{H^2}{2\Sigma z_i^2}\right)$$

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 における相対濃度 (s/m^3)

${}_d\delta_i$: 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)

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

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

A : 建屋投影面積 (m^2)

c : 形状係数

上記のうち、気象項目（風向、風速及び σ_{yi} 、 σ_{zi} 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、建屋投影面積については「(5) 建屋投影面積」に示す値を、形状係数については「(6) 形状係数」に示す値を用いることとする。

σ_{yi} 及び σ_{zi} 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、平成13年3月29日一部改訂）における相関式を用いて計算する。

(2) 気象データ

2006年1月～2006年12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、排気筒風（標高約81m）の風向風速データが不良標本の棄却検定により、10年間（2007年1月～2016年12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、中央制御室換気設備の外気取入口とする。

(4) 評価対象方位

固定源について、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、放出源から最も近く、影響が最も大きいと考えられるタービン建屋を選定する。そのため、評価対象とする方位は、放出された有毒ガスがタービン建屋の影響を受けて拡散すること、及びタービン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有毒ガスが、タービン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. タービン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、タービン建屋の周辺に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、放出点がタービン建屋に近接し、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、評価点からタービン建屋+0.5Lを含む方位を選択する。

以上により、固定源が選定条件a. ～c. にすべて該当する方位を評価対象方位と設定する。具体的な固定源の評価対象方位は、第8図に示す（図中では着目方位（固定源からの評価点の方位であり、評価対象とする風向とは180°向きが異なる。）で示す。）。

(5) 建屋投影面積

建屋投影面積は小さい方が厳しい結果となるため、保守的に巻き込みによる影響が最も大きいと考えられるタービン建屋を代表として建屋投影面積を保守的に設定するものとする。

(6) 形状係数

建屋の形状係数は $1/2$ ^(注) とする。

(注) 「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

4.1.6 有毒ガス濃度評価

有毒ガス濃度評価においては、中央制御室換気設備の外気取入口における濃度を用いる。中央制御室換気設備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。

$$C_{ppm} = \frac{C}{M} \times 22.4 \times \frac{T}{273.15} \times 10^6$$

$$C = E \times \frac{\chi}{Q} \quad (\text{液体状有毒化学物質の評価})$$

$$C = q_{GW} \times \frac{\chi}{Q} \quad (\text{ガス状有毒化学物質の評価})$$

C_{ppm} : 外気濃度 (ppm)

C : 外気濃度 (kg/m³) = (g/L)

M : 化学物質の分子量 (g/mol)

T : 温度 (K)

E : 蒸発率 (kg/s)

q_{GW} : 質量放出率 (kg/s)

$\frac{\chi}{Q}$: 相対濃度 (s/m³)

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）及び日本産業衛生学会が定める最大許容濃度等を用いて、有毒化学物質ごとに設定する。固定源の有毒ガス防護のための判断基準値を第10表に示す。

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%（注）に当たる値を用いる。

同じ防液堤等内に複数の固定源がある場合は、複数の固定源が同時に損傷すると中和や希釈により防液堤等内の有毒化学物質の濃度が低下し、有毒ガス放出率が小さくなることから、単独で損傷した場合の有毒ガス防護のための判断基準値に対する割合を固定源ごとに評価した上で、最大となる値を用いる。

(注) 「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、平成13年3月29日一部改訂

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。

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

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

中央制御室換気設備の外気取入口における、固定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第11表に示す。

4.2.2 有毒ガス防護のための判断基準値に対する割合の合算

中央制御室換気設備の外気取入口における、固定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を合算した結果を第12表に示す。有毒ガス防護のための判断基準値に対する割合を合算した最大値は0.44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、その結果、固定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ことから、中央制御室の機能を確保できると評価する。

第1-1表 通常運転時、異常な過渡変化時及び設計基準事故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
反応度制御系統及び原子炉停止系統に係る設備の操作機能	制御棒クラスタの手動操作、1次冷却材のほう素濃度調整、原子炉トリップの手動操作
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	非常用炉心冷却設備作動の手動操作、内部スプレ作動の手動操作、主蒸気ライン隔離の手動操作、原子炉格納容器隔離の手動操作、低温停止への移行の手動操作、蒸気発生器の隔離の手動操作、蒸気発生器2次側除熱の手動操作
発電用原子炉及び1次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1次冷却系統に係る主要なポンプの動作状態、発電用原子炉及び1次冷却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	中性子束レベル、制御棒クラスタ位置、原子炉トリップしゃ断器の状態、1次系冷却水タンク水位、格納容器内温度、ほう酸タンク水位、補助給水流量、復水タンク水位、計器用空気ヘッダ圧力、加圧器水位、蒸気発生器狭域水位、蒸気発生器広域水位、1次系冷却材圧力、主蒸気ライン圧力、1次冷却材高温側温度、1次冷却材低温側温度、燃料取替用水タンク水位、余熱除去クーラ出口流量、高温側安全注入流量、低温側安全注入流量、格納容器サンプB広域水位、格納容器サンプB狭域水位、格納容器圧力等
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状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	加圧器水位の低及び高警報、加圧器圧力の低及び高警報、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、凝縮液量測定装置の水位高及び異常高警報、格納容器サンプ水位上昇率高及び異常高警報、使用済燃料ピット水位の低及び水温の高警報、制御棒クラスタの落下警報等

機 能	監視及び操作の対象
安全保護装置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	原子炉トリップ信号の各チャンネルの状態表示 ^(注1) 、工学的安全施設作動信号の各チャンネルの状態表示 ^(注1) 、原子炉トリップ信号により動作する機器の状態表示 ^(注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 ^(注3)
発電用原子炉施設の外部の状況の把握機能	発電用原子炉施設に影響を及ぼす可能性のある自然現象等（地震、津波、洪水、風（台風）、竜巻通過後の設備周辺における飛散状況、降水、積雪、落雷、地すべり、火山噴火に伴う降灰の状況、火災、飛来物）や発電用原子炉施設の外部状況 また、津波、風（台風）、竜巻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（潮位、風向・風速等） なお、公的機関からの地震、津波、竜巻、雷雨、降雨予報、天気図、台風情報等

（注1）バイパス状態を含む。

（注2）使用不能状態を含む。

（注3）電動弁の熱的過負荷保護装置は、事故時において不要作動しないように設定するため、保護装置の使用状態又は不使用状態の表示は行わない。

第1-2表 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
重大事故等の対処に必要なパラメータの計測結果表示機能 (運転コンソールによる監視)	中性子束レベル、1次系冷却水タンク水位、格納容器内温度、ほう酸タンク水位、補助給水流量、復水タンク水位、加圧器水位、蒸気発生器狭域水位、蒸気発生器広域水位、1次系冷却材圧力、主蒸気ライン圧力、1次冷却材高温側温度(広域)、1次冷却材低温側温度(広域)、燃料取替用水タンク水位、余熱除去クーラ出口流量、高温側安全注入流量、低温側安全注入流量、格納容器サンプB広域水位、格納容器サンプB狭域水位、格納容器圧力等
重大事故等の対処に必要なパラメータの計測結果表示機能 (SA監視操作盤による監視)	原子炉水位、原子炉格納容器水位、原子炉下部キャビティ水位、恒設代替低圧注水ポンプ出口流量積算、内部スプレ流量積算、原子炉下部キャビティ注水ポンプ出口流量積算、格納容器内水素濃度、アニュラス内水素濃度、中性子束レベル、1次系冷却水タンク水位、格納容器内温度、ほう酸タンク水位、補助給水流量、復水タンク水位、加圧器水位、蒸気発生器狭域水位、蒸気発生器広域水位、1次系冷却材圧力、主蒸気ライン圧力、1次冷却材高温側温度(広域)、1次冷却材低温側温度(広域)、燃料取替用水タンク水位、余熱除去クーラ出口流量、高温側安全注入流量、低温側安全注入流量、格納容器サンプB広域水位、格納容器サンプB狭域水位、格納容器圧力、格納容器広域圧力、格納容器内高レンジエリアモニタ(高レンジ)、格納容器内高レンジエリアモニタ(低レンジ)等
重大事故等の対処に必要な設備の操作機能 (運転コンソールによる操作)	余熱除去ポンプ、内部スプレポンプ、充てん/高圧注入ポンプ、タービン動補助給水ポンプ、電動補助給水ポンプ、1次冷却水ポンプ、ほう酸ポンプ、海水ポンプ、加圧器逃がし弁、アキュームレータ出口弁、主蒸気大気放出弁、主蒸気隔離弁、緊急ほう酸注入弁、余熱除去ポンプ入口弁、C、D内部スプレポンプ格納容器サンプB側入口弁、制御建屋循環ファン、制御建屋送気ファン、アニュラス循環排気ファン、原子炉トリップ、格納容器隔離、格納容器換気隔離及び主蒸気一括隔離作動の手動操作等

機 能	監視及び操作の対象
重大事故等の対処に必要な設備 の操作機能 （S A 監視操作盤による操作）	恒設代替低圧注水ポンプ、恒設代替低圧注水ポンプ出口弁、 原子炉下部キャビティ注水ポンプ、原子炉下部キャビティ注 水ポンプスプレ側出口弁、原子炉下部キャビティ注水ポンプ 原子炉下部キャビティ側出口弁、原子炉下部キャビティ注水 ライン格納容器側隔離弁、空冷式非常用発電装置（燃料移送 ポンプ含む）及び格納容器水素燃焼装置作動の手動操作等

第2表 誤操作することなく適切に運転操作するための対策

項 目	対 策
環境条件	(1) 中央制御室は作業に適した室温に調整可能とし、運転員が快適に運転できるようにする。 (2) 運転コンソール、大型表示装置、1次系補機操作盤及びSA監視操作盤の各VDUは照明の映り込みを考慮したものとし、運転員が適切に運転できるようにする。 (3) 中央制御室は騒音を発生させる機器を極力排除し、運転員間のコミュニケーションが適切に行えるようにする。
配置及び作業空間	(1) 中央制御室の運転業務を行うエリアは、指揮監督を行うエリアと運転操作を行うエリアに区分する。これにより、運転員間の輻輳を回避し、各々の運転員が自分のタスクを適切に行えるようにする。 (2) 運転業務を行うエリアに設置する運転コンソール、送電コンソール及び運転指令コンソールは、運転員の視認性及び操作性並びに運転員間のコミュニケーションを考慮して配置する。 (3) 運転に必要な情報を表示する安全系VDU、監視操作VDU及び警報VDUを集約して配置し、監視操作性を高めることで運転員の負担を軽減する。 (4) 運転員の情報共有化及びプラント設備全体の状態把握容易化を目的として大型表示装置を設ける。 (5) 重大事故等時に使用するSA監視操作盤の配置についても、運転員の視認性及び操作性並びに運転員間のコミュニケーションを考慮して配置する。
中央制御盤等の盤面配置	(1) 運転コンソールに設置する安全系VDU、監視操作VDU及び警報VDU等は、運転員が監視操作し易い位置に設置する。 (2) 緊急時に操作を必要とするハードウェア器具は、運転コンソールに配置する。 (3) 運転コンソールに設置する安全系VDU、監視操作VDU、警報VDU及びハードウェア操作器は、各設備の機能及び運転員の役割を考慮し一貫性を持った配置とすることで、誤操作及び誤認識を防止する。 (4) ハードウェア操作器は、系統区分に従ったグルーピング、機器記号等のコーディング、名称等のラベリングについて一貫性を持たせる。 (5) 重大事故等時に使用するSA監視操作盤についても、運転員が監視操作し易い位置にVDUを設置する。

項 目	対 策
表示システム	(情報機能) (1) 運転に必要な情報は、理解し易い表示方法で、監視に十分な範囲を適切な位置に表示する。具体的には以下の表示とする。 - a 通常時、異常な過渡変化時及び設計基準事故時の運転に必要な情報や安全上必要な情報は、監視操作V D U画面に網羅して表示する。 - b 安全上重要なパラメータは、安全系V D U画面に表示する。 - c 安全上重要な情報及びプラントの主要な情報は、大型表示画面に表示し、運転員が共有化できるようにする。 - d 重大事故等時の対処に必要なパラメータは、S A監視操作盤のV D U画面に表示する。 (2) 監視操作V D U画面、安全系V D U画面及びS A監視操作盤のV D U画面の情報表示は理解し易い適切な表示方法とする。具体的には以下の方法による。 - a 画面内の情報配置、形状等に一貫性を持たせる。また、情報はその使われ方を考慮した形式で表示する。 - b 画面は運転員の慣習に適合した情報表示とする。 - c 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1画面に表示する。 - d 情報は、表示機能又は情報のまとまりごとにグループに分けて表示する。 (3) 画面内で用いるミミック表示は実際の系統のつながりと整合をとる。 (4) 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、運転員が画面内で認識できるようにする。 (5) 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はプロセスの変化速度に十分追従できるようにする。 (6) 表示データの更新は運転操作に対して十分な速度で行われるようにする。 (7) 発電所緊急時対策所との連絡・連携の機能にかかわる情報伝達の不備や誤判断が生じないよう考慮する。 (警報機能) 警報発生時は、大型表示装置の代表警報及び警報V D U画面で容易に警報の確

項 目	対 策
	認が行えるようにする。 (1) 警報発生時には、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に考慮する。 (2) 警報発生時には、警報音を吹鳴させ、大型表示装置の代表警報及び警報V D U画面で警報を点滅表示する。 (3) 警報は、警報V D U画面での確認操作後に点滅から連続点灯に切り替わることで、確認した警報と未確認の警報を識別する。 (4) 警報原因が復帰した場合には、警報は自動的に消灯状態となることで、警報再発信時の運転への告知に備える。 (5) 新たな警報が発信した場合には、再度警報音を吹鳴させ、大型表示装置の代表警報及び警報V D U画面で警報を点滅表示する。 (6) プラント運転状態に応じた不要な警報の発生を抑制することで、運転員の確認を要する警報数を軽減させる。 (7) 警報V D U画面での警報確認後速やかにその警報の対応操作を行えるように、警報V D Uは監視操作V D U及び安全系V D Uに近接して配置する。 (運転支援) プラント設備全体の状態把握を容易にするための大型表示装置及び発信した警報に対応した運転要領を表示する運転要領V D Uを自主設置する。大型表示装置及び運転要領V D Uは情報を理解しやすい形で提供するに留め、その機能が喪失した場合にもプラントの運転操作が行える設計とする。
制御機能	(1) 誤操作を最小にするよう、操作器及び制御器は操作し易いものとする。 a. ハードウェアの操作器及び制御器は以下を考慮する。 (a) 大きさ、操作に要する力、触覚フィードバック等が考慮されたものとする。 (b) 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) 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、安全上重要な操作器は他の操作器と識別する。 (d) 関連する指示機能は近接した位置に配置する。 b. V D U画面の操作器及び制御器は以下を考慮する。また、タッチオペレーションは以下の仕様とし、運転員の誤操作、誤認識を防止する。

項 目	対 策
	(a) 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。 (b) 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。 (c) 機器を制御する情報と制御結果は、その関係がわかり易いように表示する。 (d) 操作器及び制御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。 (e) タッチ領域は原則凸表示としタッチ可能な領域を識別する。 (f) タッチ時は原則凹表示に変化させタッチを受け付けたことを明確にする。 (g) 操作信号を出力するタッチ領域は十分な大きさを確保し、近接するタッチ領域とも距離を離す。 (h) タッチ方式はタッチ時に信号を出力する方式を一貫して用いる。 (i) 操作器及び制御器の呼出ボタンで呼び出される操作器及び制御器の数は原則1つとする。 (2) 中央制御室から操作する機器は、プラントの安全を阻害するような非安全な操作ができないように、操作器及び制御器の適切な配置、保護カバーの設置、インターロックの設置等の対策をとる。 (3) 自動制御されるものは、その対象設備の状態及び対象パラメータが監視操作VDU又は安全系VDUで確認できるようにする。

第3表 監視カメラにより監視可能な自然現象等

自然現象等	把握できる発電用原子炉施設の外の状況
風（台風）	風（台風）、竜巻による施設への被害状況や設備周辺における飛散状況を確認可能
竜巻	
降水	降雨の状況を確認可能
積雪	降雪の有無により積雪状況確認可能
落雷	発電所構内建屋及び周辺の落雷による影響を確認可能
地すべり	地すべりにより原子炉施設に影響を及ぼす可能性のある箇所について確認可能
火山の影響 （降下火砕物）	降下火砕物の有無を確認可能
森林火災	発電所構内の森林等を監視しており、火災状況、ばい煙の方向確認や発電所構内及び屋外施設への影響を確認可能
地震	地震発生後の発電所構内及び屋外施設への影響を確認可能
津波	取水口周辺（防護壁等）を監視しており、津波襲来の状況を確認可能
飛来物 （航空機落下）	飛来物（鋼製材4.2m×0.3m×0.2mまで）を確認可能
近隣工場等の火災	火災状況やばい煙の方向確認、発電所構内及び屋外施設への影響を確認可能
船舶の衝突	取水口周辺（防護壁等）を監視しており、船舶（漁船）の到来等を確認可能

第4表 監視カメラの仕様

	①津波監視カメラ ②津波監視カメラ	③構内監視カメラ ④構内監視カメラ ⑤構内監視カメラ ⑥構内監視カメラ
暗視機能	あり	あり
ズーム機能	可視光カメラ 光学ズーム36倍 赤外線カメラ 36倍 デジタルズーム 4倍	可視光カメラ 光学ズーム36倍 赤外線カメラ 36倍 デジタルズーム 4倍
遠隔上下 左右可動	上下±90°	水平360° 上下±90°

第5表 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		測定範囲
気象観測設備	気温		-20.0～40.0℃
	湿度		0.0～100.0%
	雨量		0.0～999.5mm（1時間積算値）
	風向（E.L. + 約 m、E.L. + 約 m）		0～540°（N～S）
	瞬間風速（E.L. + 約 m、E.L. + 約 m）		0.0～60.0m/s
	平均風速（E.L. + 約 m、E.L. + 約 m）		0.0～60.0m/s（10分間平均値）
	日射量		0.00～1.40kW/m ²
	放射収支量		-0.20～1.20kW/m ²
計測装置	大気圧		540～1070hPa（絶対圧）
	潮位（1号機海水ポンプ室）※		T.P. -9.9～+6.6m
固定式周辺モニタリング設備	放射線量 （モニタステーション、 No1, 2, 3, 4, 5モニタポスト）	低レンジ	1.0×10 ¹ nGy/h～1.0×10 ⁴ nGy/h
		高レンジ	1.0×10 ² nGy/h～1.0×10 ⁸ nGy/h

※潮位計（1号機設備、1・2号機共用・1号機に設置）は、津波高さ計測を目的として、2号機海水ポンプ室の上流側にある1号機海水ポンプ室に設置する。

第6表 酸素濃度計及び二酸化炭素濃度計の仕様

名 称	仕 様 等
酸素濃度計	・測定（使用）範囲：0～25VOL% ・測定精度：±0.5VOL%（温湿度・気圧等、同一条件）【メーカー値】 ・電源：単3乾電池2本（予備の乾電池と交換することにより電源が確保できる設計とする）
二酸化炭素濃度計	・測定（使用）範囲：0～1vol%※ ※0～2vol%の範囲で測定可能（カタログ値） ・測定精度：±（測定範囲の1.5% +指示値の2%）【メーカー値】 ・電 源：乾電池、充電池等（交換等により容易に電源が確保できるもの）

第7表 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)	敷地内固定源 (3号機 塩酸貯槽)	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大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。) 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、有毒ガス発生抑制等の効果が見込める設備(例えば、防液堤内のフオート等)(解説-5)
有毒化学物質の種類 (濃度)	塩酸 (34%)	有毒化学物質濃度の運用値に余裕を見込んだ値として設定	
有毒化学物質漏えい時の開口部面積	38m ² ※1	固定源に設置された防液堤等の開口部面積に余裕を見込んだ値として設定	

第7表 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)	敷地内固定源 (4号機 塩酸貯槽)	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大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。) 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、有毒ガス発生抑制等の効果が見込める設備(例えば、防液堤内のフオート等)(解説-5)
有毒化学物質の種類 (濃度)	塩酸 (34%)	有毒化学物質濃度の運用値に余裕を見込んだ値として設定	
有毒化学物質漏えい時の開口部面積	38m ² ※1	固定源に設置された防液堤等の開口部面積に余裕を見込んだ値として設定	

※1：実開口部面積とした場合、開口部面積は約30%減となる。

第7表 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)	敷地内固定源 (3号機 アンモニア貯槽)	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大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。) 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)
有毒化学物質の種類 (濃度)	アンモニア (19%)	有毒化学物質濃度の運用値に余裕を見込んだ値として設定	
有毒化学物質漏えい時の開口部面積	38m ² ※1	固定源に設置された防液堤等の開口部面積に余裕を見込んだ値として設定	

第7表 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)	敷地内固定源 (4号機 アンモニア貯槽)	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大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。) 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)
有毒化学物質の種類 (濃度)	アンモニア (19%)	有毒化学物質濃度の運用値に余裕を見込んだ値として設定	
有毒化学物質漏えい時の開口部面積	38m ² ※1	固定源に設置された防液堤等の開口部面積に余裕を見込んだ値として設定	

※1：実開口部面積とした場合、開口部面積は約30%減となる。

第7表 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)	敷地内固定源 (3号機 ヒドラジン原液 タンク)	有毒ガスを発生するおそれのある有毒化学物質であるヒドラジンを貯蔵する施設であり、大気中に有毒ガスを大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。) 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)
有毒化学物質の種類 (濃度)	ヒドラジン (40%)	有毒化学物質濃度の運用値に余裕を見込んだ値として設定	
有毒化学物質漏えい時の開口部面積	38m ² ※1	固定源に設置された防液堤等の開口部面積に余裕を見込んだ値として設定	

第7表 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)	敷地内固定源 (4号機 ヒドラジン原液 タンク)	有毒ガスを発生するおそれのある有毒化学物質であるヒドラジンを貯蔵する施設であり、大気中に有毒ガスを大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。) 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)
有毒化学物質の種類 (濃度)	ヒドラジン (40%)	有毒化学物質濃度の運用値に余裕を見込んだ値として設定	
有毒化学物質漏えい時の開口部面積	38m ² ※1	固定源に設置された防液堤等の開口部面積に余裕を見込んだ値として設定	

※1：実開口部面積とした場合、開口部面積は約30%減となる。

第7表 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	消防法に基づく届出に対する開示請求に対する回答に基づき設定	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。） 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）
有毒化学物質の種類 (濃度)	塩素 (100%)		
貯蔵量	900kg		

第7表 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	高圧ガス保安法に基づく届出に対する開示請求に対する回答に基づき設定	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。） 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）
有毒化学物質の種類 (濃度)	アンモニア (100%)		
貯蔵量	7,100kg		

第8表 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	ENVIRONMENTAL CHEMODYNAMICS, Louis J. Thibodeaux	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。 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。）
分子拡散係数		文献と気象資料（温度）に基づき設定	伝熱工学資料，日本機械学会	
有毒ガス分圧 ^(注)	塩酸	文献と気象資料（温度）に基づき設定	Modeling Hydrochloric Acid Evaporation in ALOHA, Mary Evans (1993)	
	アンモニア	文献と気象資料（温度）に基づき設定	The Total and Partial Vapor Pressures of Aqueous of Ammonia Solutions, University of Illinois, Thomas A. Wilson (1925)	
	ヒドラジン	文献と気象資料（温度）に基づき設定	化学工学便覧 改訂六版，丸善株式会社	
分子量		塩酸：36.5g/mol ヒドラジン：32.1g/mol アンモニア：17.0g/mol	—	
気象資料		高浜発電所における1年間の気象資料（2006.1～2006.12） ・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	排気筒風（標高約81m）の風向風速データが不良標本の棄却検定により10年間（2007年1月～2016年12月）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	

（注）評価に用いた有毒ガス分圧の詳細については、第5図に示す。

第9表 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 ^(注) 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	高浜発電所における1年間の気象資料 (2006. 1～2006. 12) ・地上風を代表する観測点 (地上約10m) の気象データ	排気筒風（標高約81m）の風向風速データが不良標本の棄却検定により、10年間（2007年1月～2016年12月）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) 「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、平成13年3月29日一部改訂

第9表 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 ^(注) 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 ^{参6} 。）。 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。

(注) 「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、平成13年3月29日一部改訂

第9表 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
建屋影響	(敷地内固定源) ・ 3号機塩酸貯槽：考慮する (3号機側 タービン建屋) ・ 4号機塩酸貯槽：考慮する (4号機側 タービン建屋) ・ 3号機アンモニア貯槽 ：考慮する (3号機側 タービン建屋) ・ 4号機アンモニア貯槽 ：考慮する (4号機側 タービン建屋) ・ 3号機ヒドラジン原液 タンク：考慮する (3号機側 タービン建屋) ・ 4号機ヒドラジン原液 タンク：考慮する (4号機側 タービン建屋) (敷地外固定源) ・ 塩素：考慮しない ・ アンモニア：考慮しない	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	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 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）。 被ばく評価手法（内規） 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。

第9表 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	タービン建屋 (3号機側又は4号機側)	放出源から最も近く、巻き込みの影響が最も大きいと考えられる1つの建屋として選定 また、建屋投影面積が小さい方が保守的な結果を与えるため、単独建屋として設定	被ばく評価手法（内規） 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。 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 <table><tr><th>原子炉施設</th><th>想定事故</th><th>建屋の種類</th></tr><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（建屋影響がある場合） 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></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（建屋影響がある場合） 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（建屋影響がある場合） 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	中央制御室換気設備 外気取入口	評価対象は中央制御室内の運転員の吸気中の有毒ガス濃度比であるが、保守的に外気取入口の設置位置を評価点と設定	有毒ガス評価ガイド 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。												
発生源と評価点の距離	(敷地内固定源) ・ 3号機塩酸貯槽：380m ・ 4号機塩酸貯槽：600m ・ 3号機アンモニア貯槽：390m ・ 4号機アンモニア貯槽：590m ・ 3号機ヒドラジン原液タンク：390m ・ 4号機ヒドラジン原液タンク：600m (敷地外固定源) ・ 塩素：8,100m ・ アンモニア：4,900m	固定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。 －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） －電源、人的操作等を必要とせず、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）												

第9表 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
着目 方位 ^(注)	(敷地内固定源) ・ 3号機塩酸貯槽： 2方位：E※，ESE ・ 4号機塩酸貯槽： 2方位：E，ESE※ ・ 3号機アンモニア貯槽： 2方位：E※，ESE ・ 4号機アンモニア貯槽： 2方位：E，ESE※ ・ 3号機ヒドラジン原液タンク： 2方位：E※，ESE ・ 4号機ヒドラジン原液タンク： 2方位：E，ESE※ ※固定源と評価点とを結ぶラインが含まれる方位 (敷地外固定源) ・ 塩素：ENE ・ アンモニア：NW	建屋風下側の巻き込みによる拡がりを考慮し、以下の i) ～ iii) の条件に該当する方位を選定し、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選定 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評価点が存在すること iii) 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	被ばく評価手法（内規） 5.1.2(3)c)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、放出源と評価点と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。

(注) 着目方位は、固定源からの評価点の方位であり、評価対象とする風向とは180° 向きが異なる。

第9表 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
建屋投影面積	タービン建屋 (3号機側又は4号機側) N, S : 2,900m ² NNE, SSW : 3,100m ² NE, SW : 3,100m ² ENE, WSW : 3,100m ² E, W : 2,700m ² ESE, WNW : 1,800m ² SE, NW : 1,200m ² SSE, NNW : 2,200m ²	保守的に巻き込みによる影響が最も大きいと考えられる1つの建屋を代表として、方位ごとにタービン建屋に垂直な投影面積を設定	被ばく評価手法(内規) 5.1.2(3)d)1) 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。
形状係数	1/2	気象指針 ^(注) を参考として設定	被ばく評価手法(内規) 5.1.1(2)b) 形状係数の値は、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。

(注) 「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、平成13年3月29日一部改訂

第10表 有毒ガス防護のための判断基準値

項 目	有毒ガス防護 のための 判断基準値	選 定 理 由	備 考
塩酸	50ppm	NIOSH（米国国立労働安全衛生研究所）のIDLH値（急性の毒性限度）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	300ppm		
ヒドラジン	10ppm	有害性評価書（化学物質評価研究機構）及び許容濃度の提案理由（産業衛生学雑誌40巻、1998）に基づき設定	
塩素	10ppm	NIOSH（米国国立労働安全衛生研究所）のIDLH値（急性の毒性限度）に基づき設定	

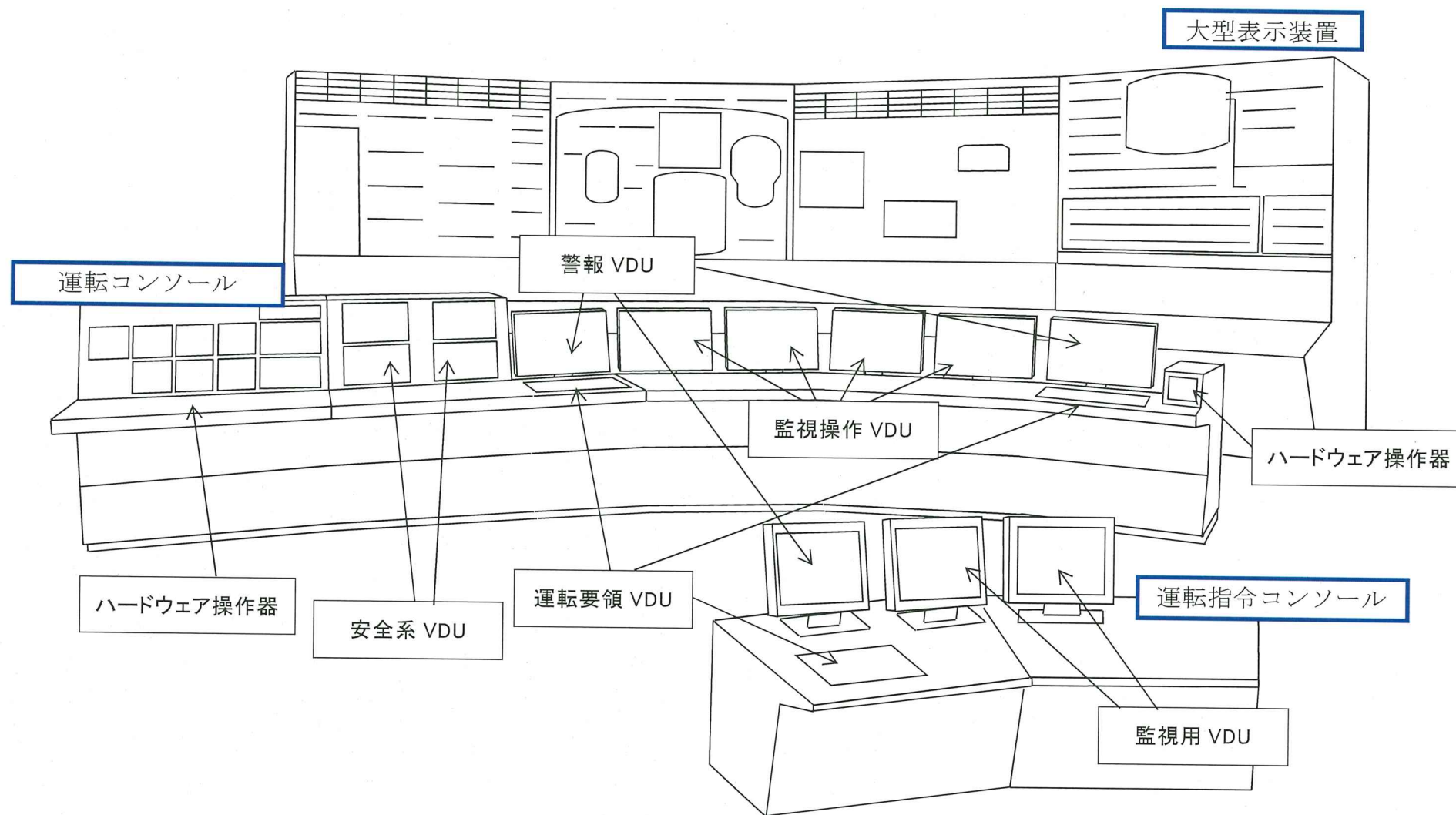
第11表 固定源による有毒ガス防護のための判断基準値に対する割合の計算結果

固定源	評価結果			
	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 (-)	放出率 (kg/s)	放出継続 時間 (h)
敷地内固定源 (3号機塩酸貯槽)	0.09	3.6×10^{-4}	1.8×10^{-2}	3.2×10^2
敷地内固定源 (4号機塩酸貯槽)	0.06	4.6×10^{-4}	9.2×10^{-3}	6.2×10^2
敷地内固定源 (3号機アンモニア貯槽)	0.09	4.0×10^{-4}	4.9×10^{-2}	1.0×10^1
敷地内固定源 (4号機アンモニア貯槽)	0.06	6.8×10^{-4}	2.0×10^{-2}	2.5×10^1
敷地内固定源 (3号機 ヒドラジン原液タンク)	0.03	8.8×10^{-4}	3.9×10^{-4}	5.0×10^3
敷地内固定源 (4号機 ヒドラジン原液タンク)	0.02	4.6×10^{-4}	4.8×10^{-4}	4.0×10^3
敷地外固定源 (塩素)	0.01	1.5×10^{-7}	2.5×10^{-1}	1.0×10^0
敷地外固定源 (アンモニア)	0.44	4.6×10^{-5}	2.0×10^0	1.0×10^0

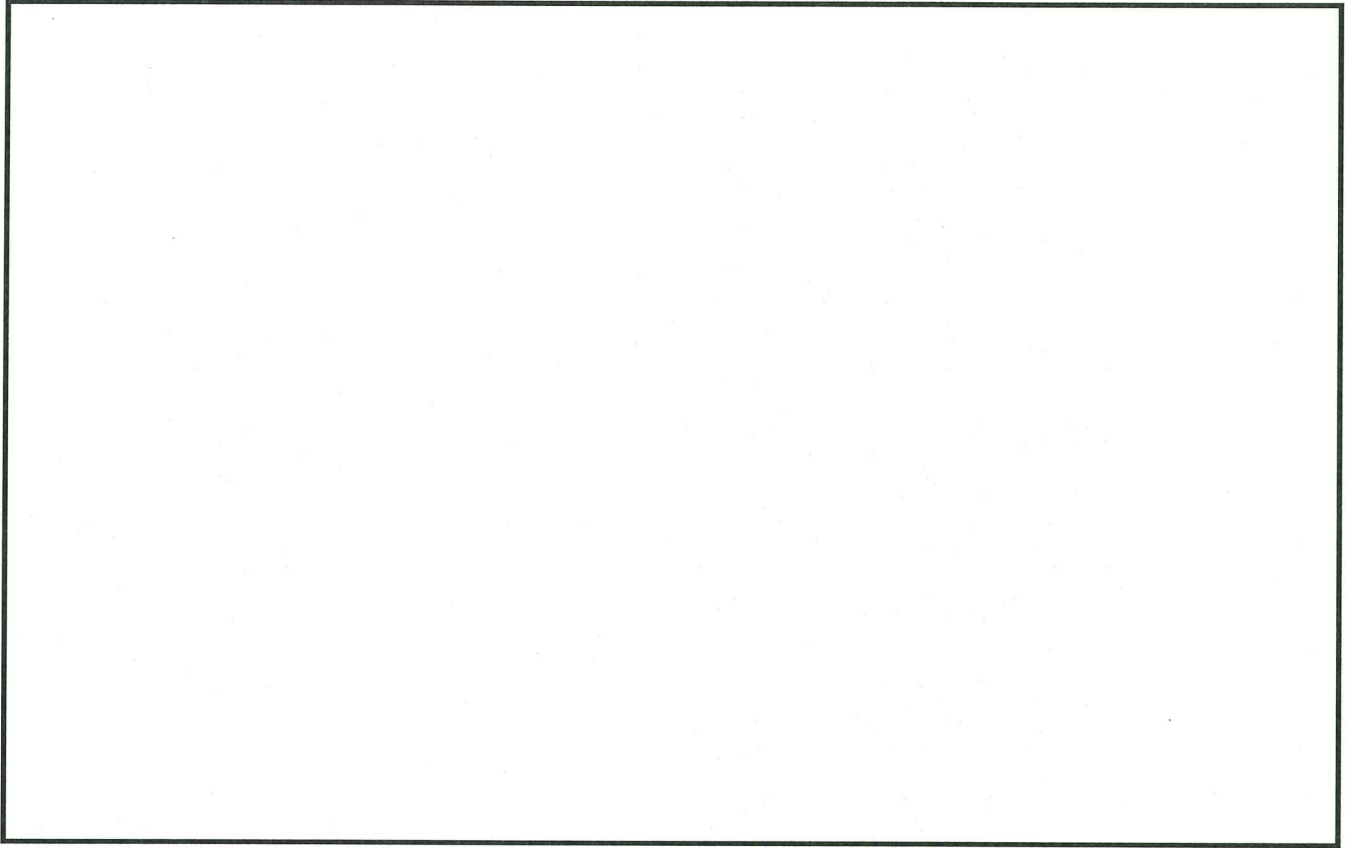
第12表 固定源による有毒ガス防護のための判断基準値に対する割合の合算結果

着目 方位	発生源	有毒ガス防護 のための 判断基準値に 対する割合	有毒ガス防護のための 判断基準値に対する 割合の合算結果	
			同一 方位	隣接方位 を考慮
N	—	—	—	—
NNE	—	—	—	—
NE	—	—	—	—
ENE	敷地外固定源（塩素）	0.01	0.01	0.10
E	敷地内固定源 （3号機アンモニア貯槽※1）	0.09	0.09	0.16
ESE	敷地内固定源 （4号機アンモニア貯槽※1）	0.06	0.06	0.15
SE	—	—	—	—
SSE	—	—	—	—
S	—	—	—	—
SSW	—	—	—	—
SW	—	—	—	—
WSW	—	—	—	—
W	—	—	—	—
WNW	—	—	—	—
NW	敷地外固定源（アンモニア）	0.44	0.44	0.44
NNW	—	—	—	—

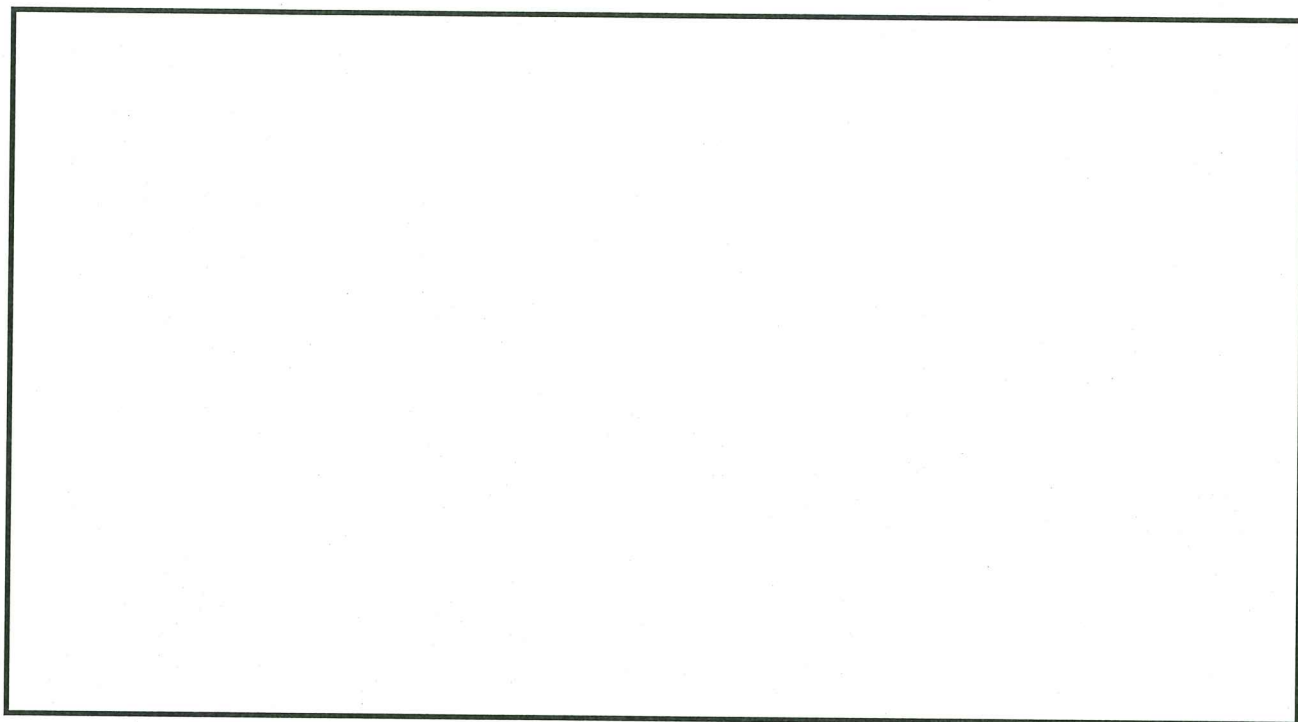
※1：同じ防液堤等に複数の敷地内固定源がある場合は、有毒ガス防護のための判断基準値が最大となる敷地内固定源の結果を記載。また、実開口部面積とした場合、開口部面積は約30%減となり、有毒ガス防護のための判断基準値に対する割合は30%減となる。



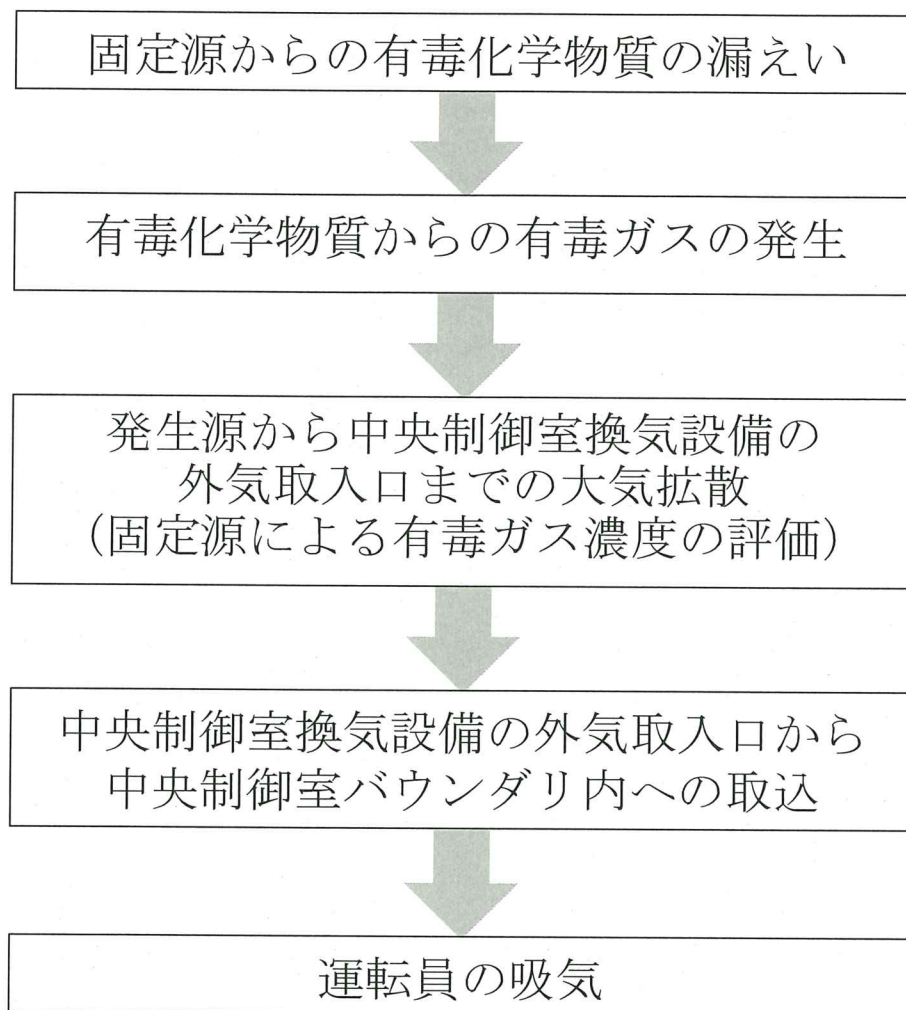
第1図 中央制御盤（運転コンソール、運転指令コンソール）及び大型表示装置の概略構成



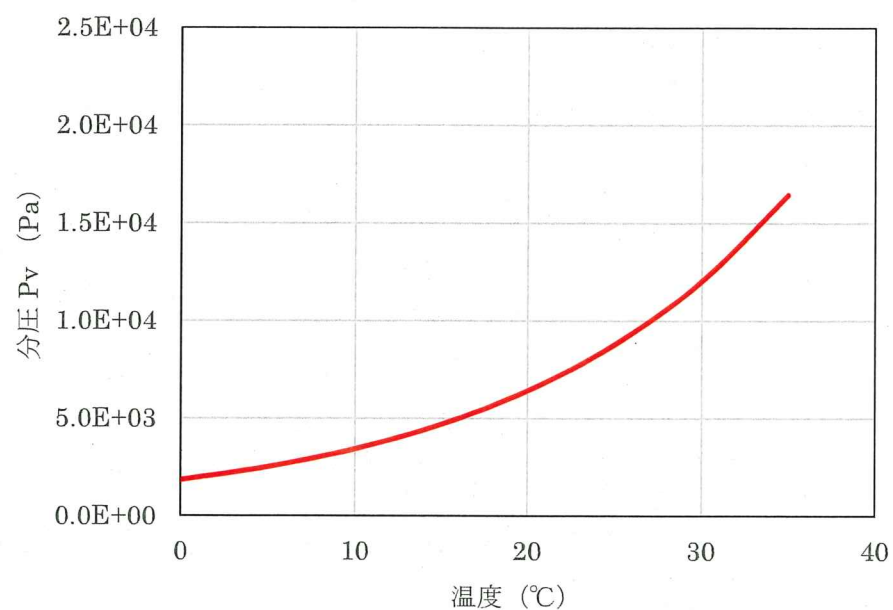
第2図 監視カメラの配置



第3図 防毒マスク及び酸素呼吸器配備場所
(中央制御室)



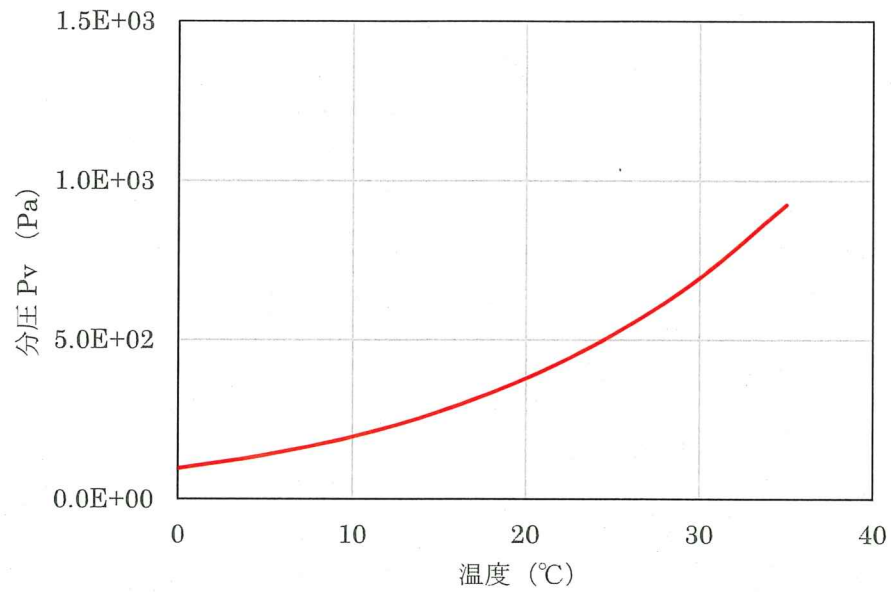
第4図 中央制御室の有毒ガスの到達経路



(塩酸 (34.0wt%) の分圧曲線) (注)

(注) 「Mary Evans, Modeling Hydrochloric Acid Evaporation in ALOHA, USDOT (1993)」を
基に塩酸 (34.0wt%) の分圧 P_v (Pa) を評価

第5図 有毒化学物質に係る評価条件 (有毒化学物質の分圧) (1/3)



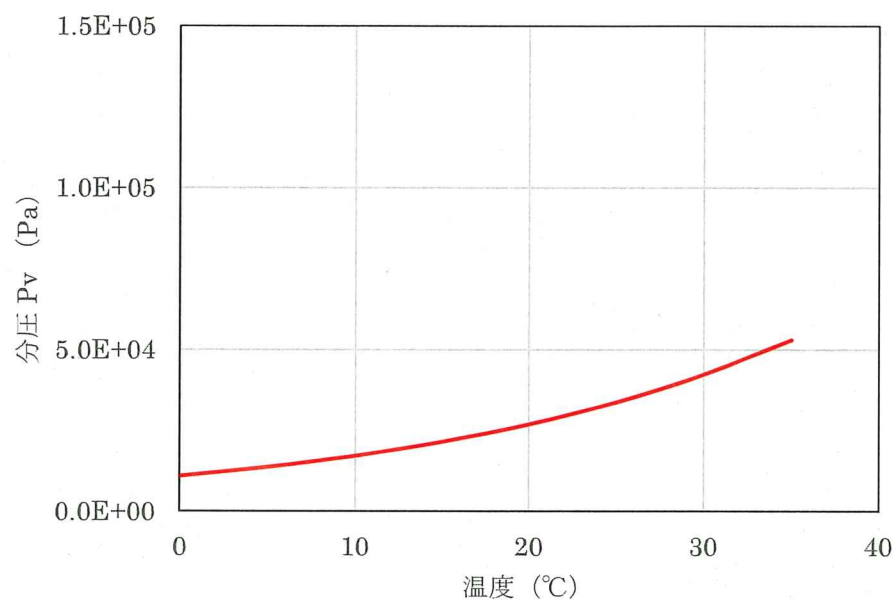
(ヒドラジン (40.0wt%) の分圧曲線) (注)

(注) 「化学工学便覧 改訂六版 丸善」を基に、アントワン式とラウールの法則を用いて、ヒドラジン (40.0wt%) の分圧 P_v (Pa) を評価

$$P_v = \text{EXP} \left(A - \frac{B}{C + T} \right) \times (\text{モル分率})$$

係数	値
A	22.8827
B	3877.65
C	-45.15

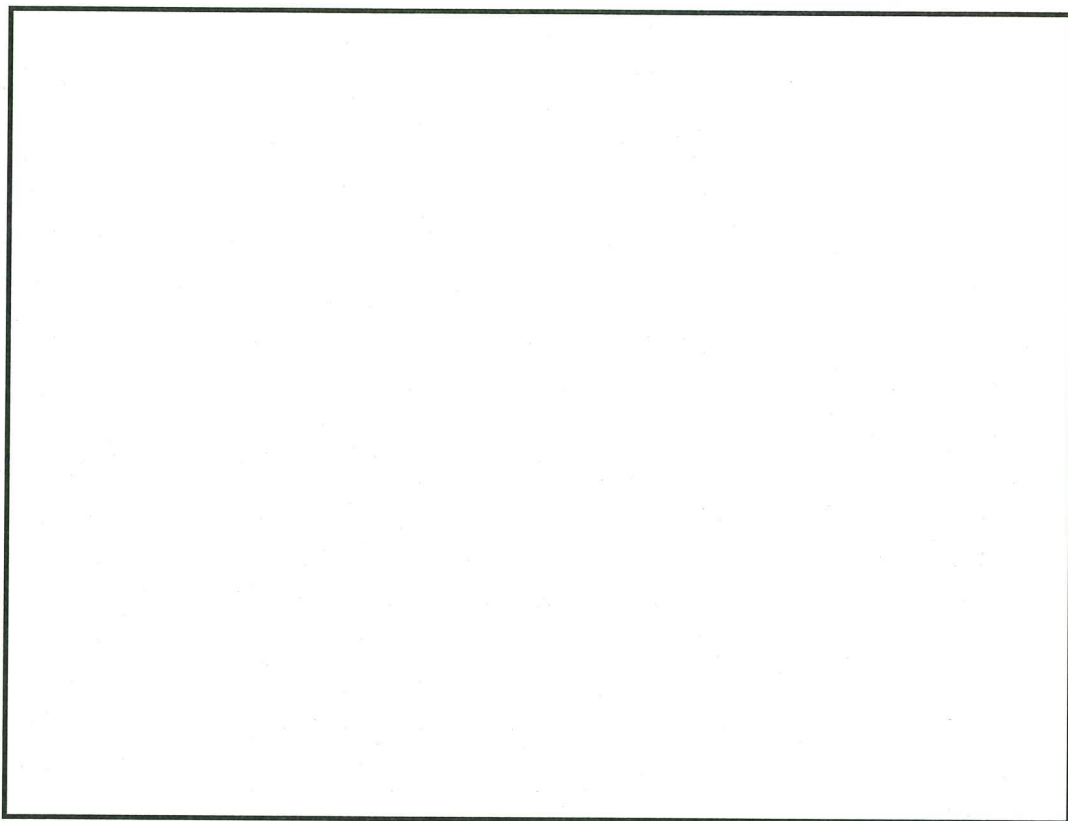
第5図 有毒化学物質に係る評価条件 (有毒化学物質の分圧) (2/3)



(アンモニア (19.0wt%) の分圧曲線) (注)

(注) 「Thomas A. Wilson, The Total and Partial Vapor Pressures of Aqueous Ammonia Solutions, University of Illinois, 1925」を基にアンモニア (19.0wt%) の分圧 Pv (Pa) を評価

第5図 有毒化学物質に係る評価条件 (有毒化学物質の分圧) (3/3)



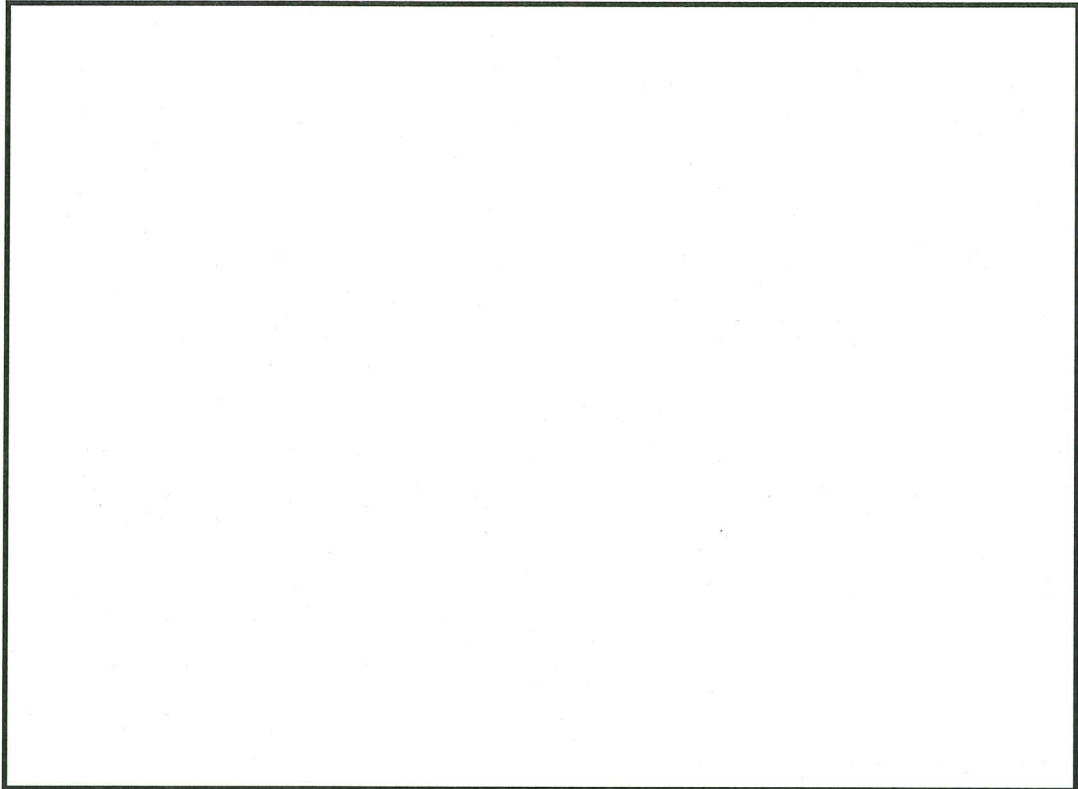
第6図 中央制御室換気設備の外気取入口と敷地内固定源との位置関係



第7図 敷地外固定源 (1/2)
(塩素)

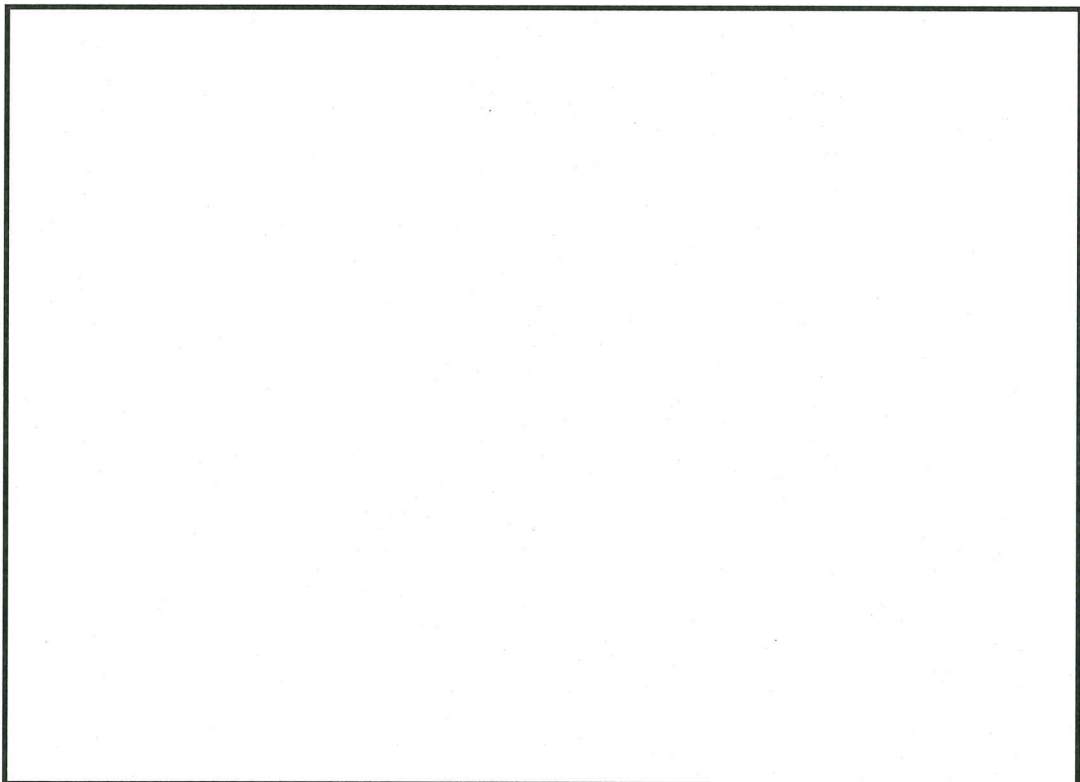


第7図 敷地外固定源 (2/2)
(アンモニア)



第8図 中央制御室換気設備の外気取入口に対する着目方位 (1/2)

(発生源：敷地内固定源 1, 3, 5)



第8図 中央制御室換気設備の外気取入口に対する着目方位 (2/2)

(発生源：敷地内固定源 2, 4, 6)

固定源及び可動源の特定について

目 次

	頁
1. 概要	T2-別添-1
2. 固定源及び可動源の特定	T2-別添-1
2.1 固定源及び可動源の調査	T2-別添-1
2.2 敷地内固定源	T2-別添-1
2.3 敷地内可動源	T2-別添-2
2.4 敷地外固定源	T2-別添-2
3. 有毒ガス防護のための判断基準値の設定	T2-別添-2
別紙 1 調査対象とする有毒化学物質について	
別紙 2 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	

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、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10km以内にある敷地外の固定源並びに可動源を特定し、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第1-1図に示す。

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

高浜発電所の敷地内の有毒化学物質の調査に当たっては、第2.1-1図及び第2.1-2図の固定源及び可動源の特定フローに従い、調査対象とする敷地内固定源及び可動源を特定した。

敷地内の固定源及び可動源の特定に当たっては、別紙1に示すとおり調査対象とす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アスファルト固化の廃棄物のように製品性状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、貯蔵量及び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に示すとおり、法令に基づく届出情報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した。

2.2 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、アスファルト固化の廃棄物のように製品性状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、「有毒ガス防護に係る影響評価ガイド」解説—4の考え方を参考に、第2.1-1図及び第2.2-1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。

敷地内固定源の特定結果を第2.2-2表に、敷地内固定源と中央制御室等の外気取入口の

位置関係を第2.2-1図に、特定した敷地内固定源から有毒ガスが発生した際に受動的に機能を発揮する設備を第2.2-3表及び第2.2-2図に示す。

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第2.2-4表に示す。

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、アスファル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、「有毒ガス防護に係る影響評価ガイド」解説—4の考え方を参考に、第2.1-2図及び第2.2-1表のとおりに整理し、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第2.3-1表に示す。また、中央制御室等の外気取入口と敷地内可動源の輸送ルートとの位置関係を第2.3-1図に示す。

2.4 敷地外固定源

高浜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」の考えを元に整理し、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第2.4-1表に示す。また、高浜発電所と敷地外固定源との位置関係を第2.4-1図に示す。

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無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、ヒドラ

ジン及び塩素について、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第3-1表に示す。

有毒ガス防護のための判断基準値は、第3-1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のための判断基準値の設定に関する考え方を第3-2表に示す。

第2.2-1表 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、ヒドラジン、塩素
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から、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整理する。	六フッ化硫黄

第2.2-2表 敷地内固定源の調査結果

敷地内固定源	有毒化学物質		貯蔵量 (m³)	貯蔵方法
	種類	濃度 (%)		
3号機塩酸貯槽	塩酸	33	50.1	タンクに貯蔵
3号機アンモニア貯槽	アンモニア	18	9.5	タンクに貯蔵
3号機ヒドラジン原液タンク	ヒドラジン	38	15.9	タンクに貯蔵
4号機塩酸貯槽	塩酸	33	50.1	タンクに貯蔵
4号機アンモニア貯槽	アンモニア	18	9.5	タンクに貯蔵
4号機ヒドラジン原液タンク	ヒドラジン	38	15.9	タンクに貯蔵

第2.2-3表 受動的に機能を発揮する設備（敷地内固定源）

敷地内固定源	受動的に機能を発揮する設備	防液堤等開口部面積 (m ²)
3号機塩酸貯槽	防液堤等（堰、覆い） （共通設備）	38
3号機アンモニア貯槽		
3号機ヒドラジン原液タンク		
4号機塩酸貯槽	防液堤等（堰、覆い） （共通設備）	38
4号機アンモニア貯槽		
4号機ヒドラジン原液タンク		

第2.2-4表 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（注1）
3号機塩酸計量槽	3号機復水処理建屋
4号機塩酸計量槽	4号機復水処理建屋
1号機ヒドラジン原液タンク	1・2号機タービン建屋
2号機ヒドラジン原液タンク	1・2号機タービン建屋
1・2号機アス固化洗浄剤タンク （テトラクロロエチレン）	1・2号機固体廃棄物処理建屋
1・2号機アス固化洗浄剤回収タンク （テトラクロロエチレン）	1・2号機固体廃棄物処理建屋
3・4号機アス固化洗浄剤タンク （テトラクロロエチレン）	3・4号機廃棄物処理建屋
3・4号機アス固化洗浄剤回収タンク （テトラクロロエチレン）	3・4号機廃棄物処理建屋

（注1）建屋は常時は排気ファンにより換気されており、有毒化学物質漏えい時には建屋内拡散後、排気ファンにより希釈され、建屋外に放出される。

第2.3-1表 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 (m³)
塩酸	3号機塩酸貯槽	3・4号機タービン建屋横	50.1
アンモニア	3号機アンモニア貯槽	3・4号機タービン建屋横	9.5
ヒドラジン	3号機ヒドラジン原液タンク	3・4号機タービン建屋横	15.9

第2.3-1表 敷地内可動源の調査結果 (2/2)

有毒化学物質	最大輸送量 (m³)	濃度 (%)	質量換算 (t)	荷姿
塩酸	12	33	4.0	タンクローリー
アンモニア	6	18	1.1	タンクローリー
ヒドラジン	10	38	4.0	タンクローリー

第2.4-1表 敷地外固定源の調査結果^(注1)

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	塩素	1	9.0×10^2
高圧ガス保安法	アンモニア	1	7.1×10^3

(注1) 受動的に機能を発揮する設備は考慮せず

第3-1表 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
ヒドラジン	10 ppm	・ 有害性評価書 ・ 許容濃度の提案理由
塩素	10 ppm	IDLH 値

第3-2表 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)		急速に気化すると、凍傷を引き起こすことがある。眼、皮膚及び気道に対して、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われてから、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われない場合が多く、安静を保たないと悪化する。従って、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) 1,108 ppm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 を有毒ガス防護のための判断基準値とする

IDLH : 有毒ガス防護のための判断基準値設定の直接的根拠

第3-2表 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わ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) が4,230 ppm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] 最大短時間ばく露許容値は 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分間暴露された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 を有毒ガス防護のための判断基準値とする

 : 有毒ガス防護のための判断基準値設定の直接的根拠

第3-2表 有毒ガス防護のための判断基準値設定の考え方 (3/4)
(ヒドラジン)

		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:0281、11月 2009)		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。経口摂取すると、腐食性を示す。肝臓及び中枢神経系に影響を与えることがある。曝露すると、死に至ることがある。
IDLH (1994)	基準値	50 ppm
	致死 (LC) データ	4時間のLC ₅₀ 値 (マウス) 252 ppm等 [Comstock et al. 1954], [Jacobson et al. 1955]
	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	50 ppm : 哺乳動物の急性吸入毒性データに基づく設定
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 (化学物質評価研究機構)		対象：作業員427人 (6か月以上作業従事者) ばく露期間：1945-1971 年 再現ばく露濃度：78人:1-10 ppm(時々100 ppm)、 残り:1 ppm以下 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 (喫煙者数の調査実施は不明) (Wald et al.、1984、Henschler、1985)
許容濃度の提案理由 (産衛誌40巻、1998)		暴露期間：1945-1971年 環境濃度：1-10ppm (時々100ppm) 427人の作業員を暴露濃度別使用期間別に分け、1971年から1982年まで追跡調査したところ、暴露に由来すると思われる発癌率の上昇あるいは癌以外の死亡においても非暴露集団とのあいだに差はみられなかった。(Wald et al.、1984) この研究は1-10ppm程度の暴露では健康影響が認められないことを示唆している。
化学物質安全性 (ハザード) 評価シート		なし



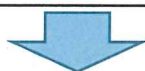
10ppm を有毒ガス防護のための判断基準値とする

10ppm : 有毒ガス防護のための判断基準値設定の直接的根拠

第3-2表 有毒ガス防護のための判断基準値設定の考え方 (4/4)

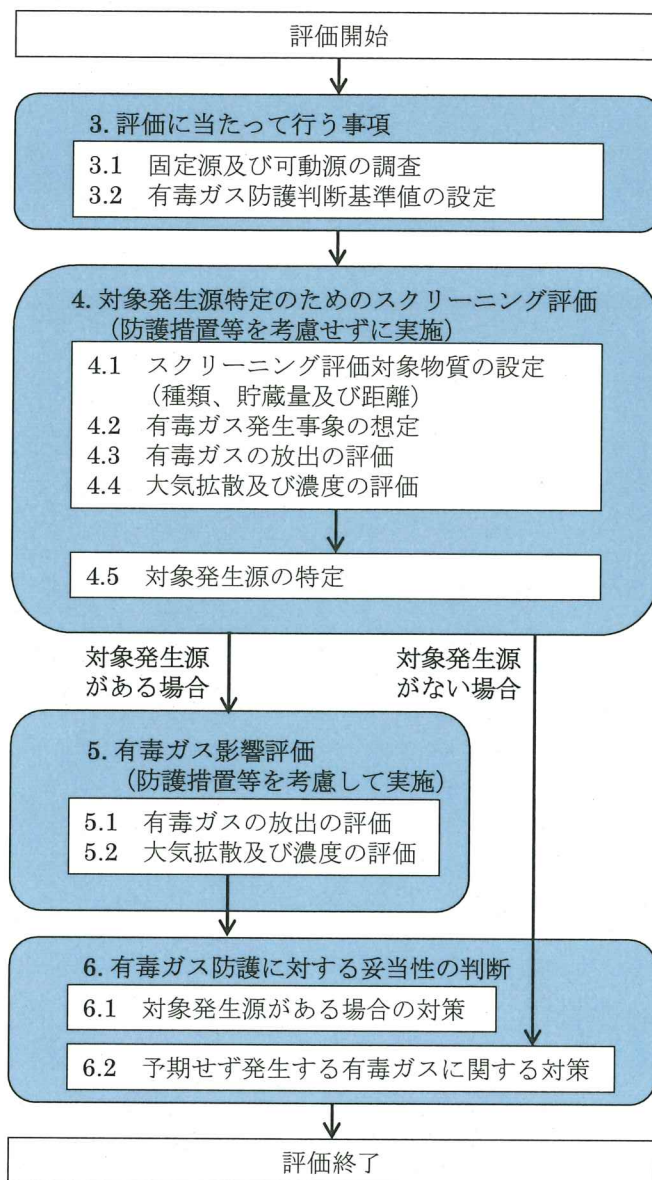
(塩素)

		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: 0126、3月 2009)		催涙性。本物質は眼、皮膚および気道に対して、腐食性を示す。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。吸入すると、喘息様反応を引き起こすことがある。吸入すると、肺炎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。曝露すると、死を引き起こすことがある。
IDLH (1994)	基準値	10 ppm
	致死 (LC) データ	1時間のLC ₅₀ 値 (マウス) 137 ppm等 [Back et al. 1972]
	人体のデータ	IDLH10ppmはヒトの急性吸入毒性データに基づいている。 [Freitag 1941; ILO 1971; NPIRI 1983]。
		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。



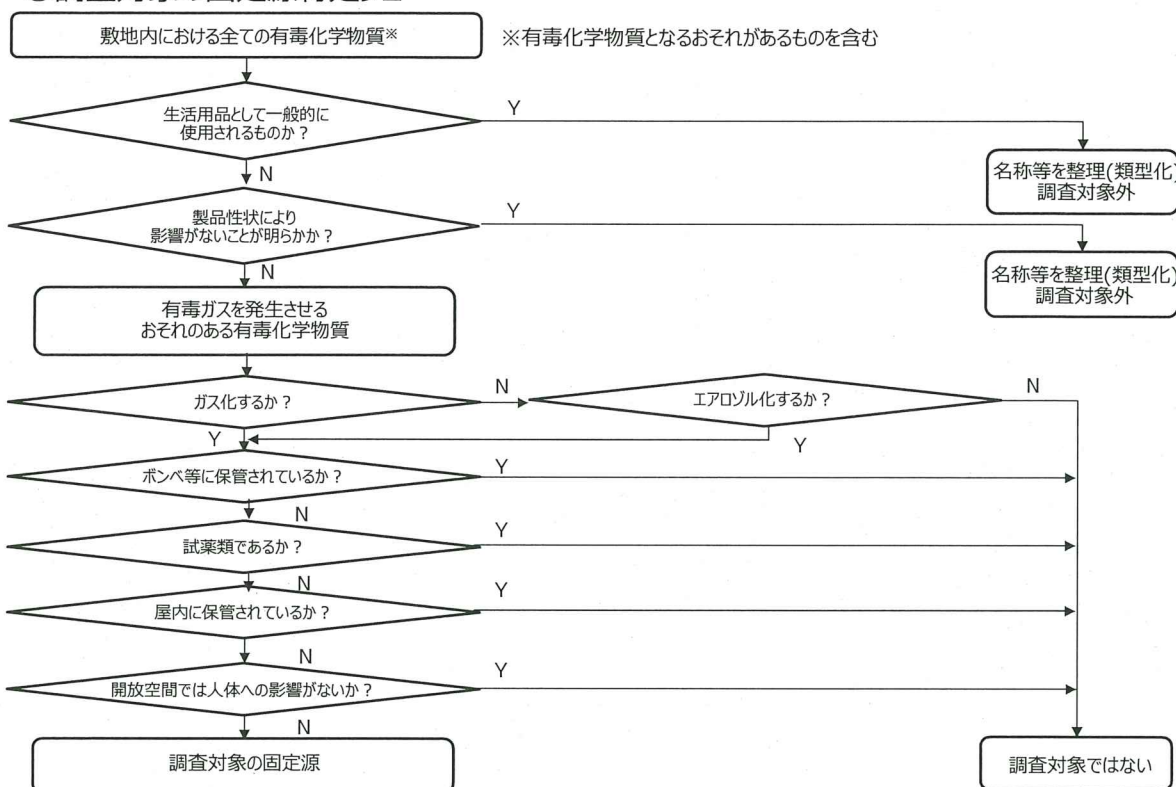
IDLH 値の 10ppm を有毒ガス防護のための判断基準値とする

 : 有毒ガス防護のための判断基準値設定の直接的根拠



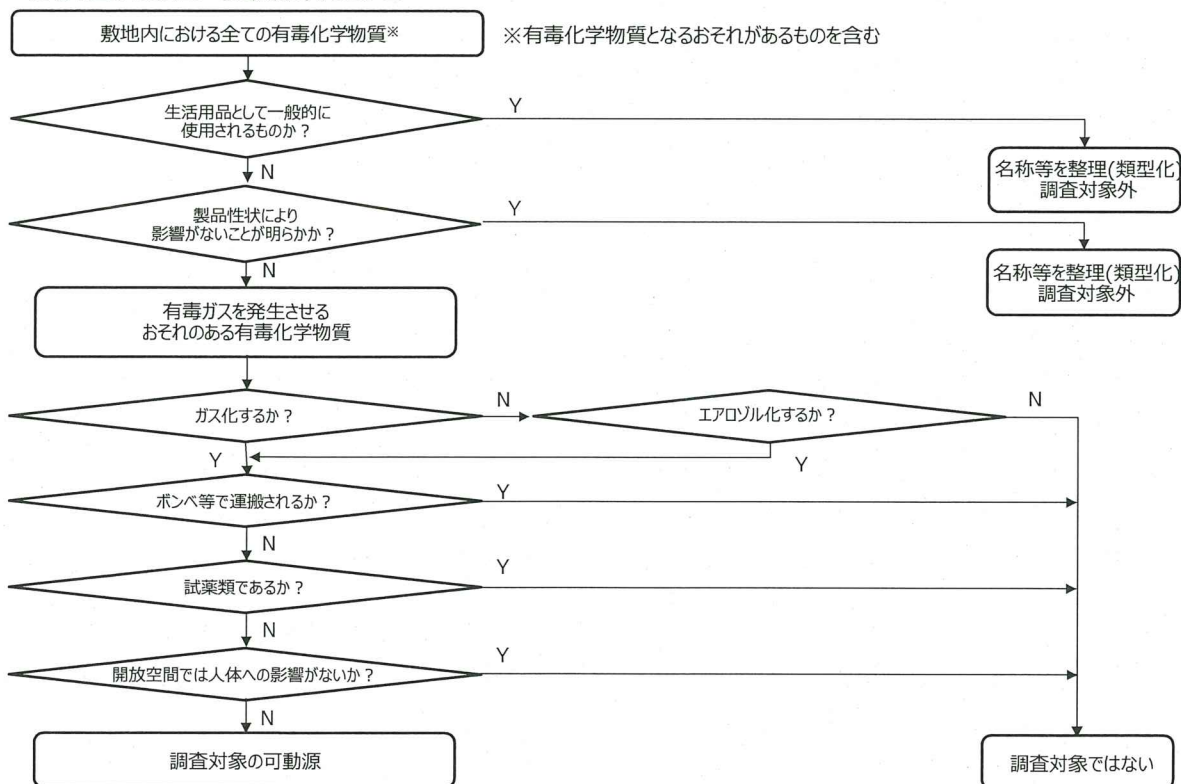
第1-1図 有毒ガス防護にかかる妥当性確認のフロー

○調査対象の固定源特定フロー

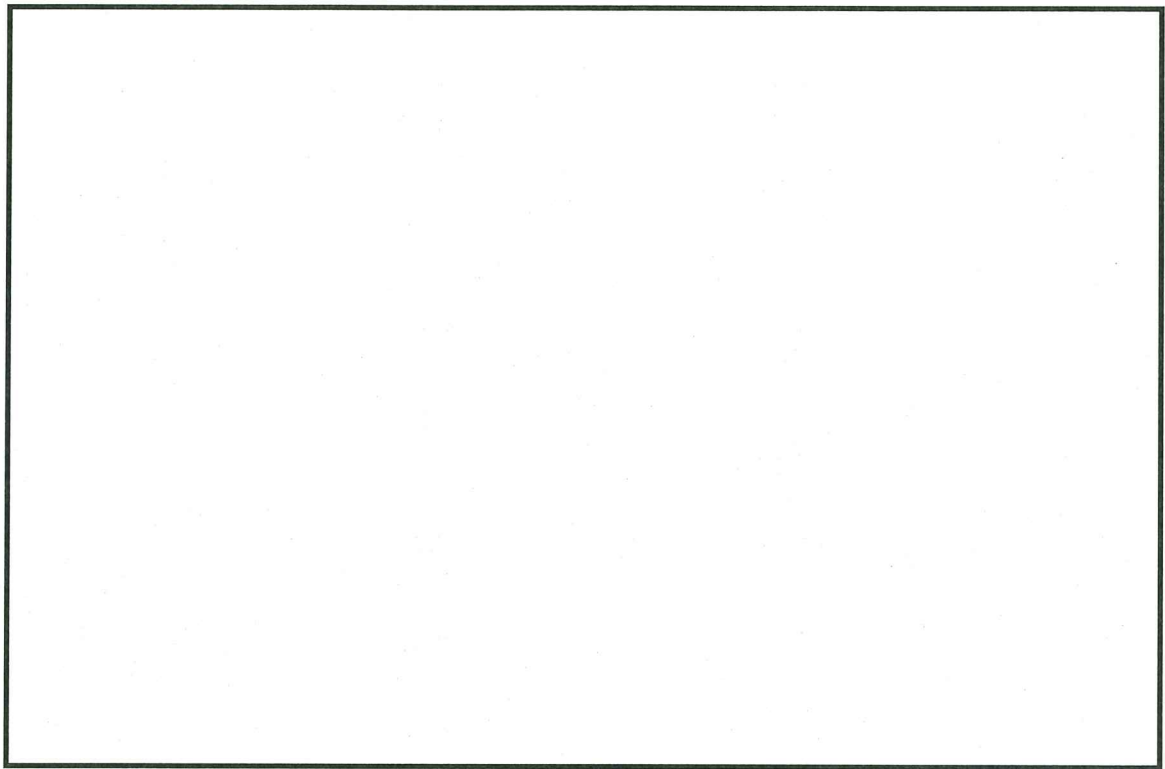


第2.1-1図 固定源の特定フロー

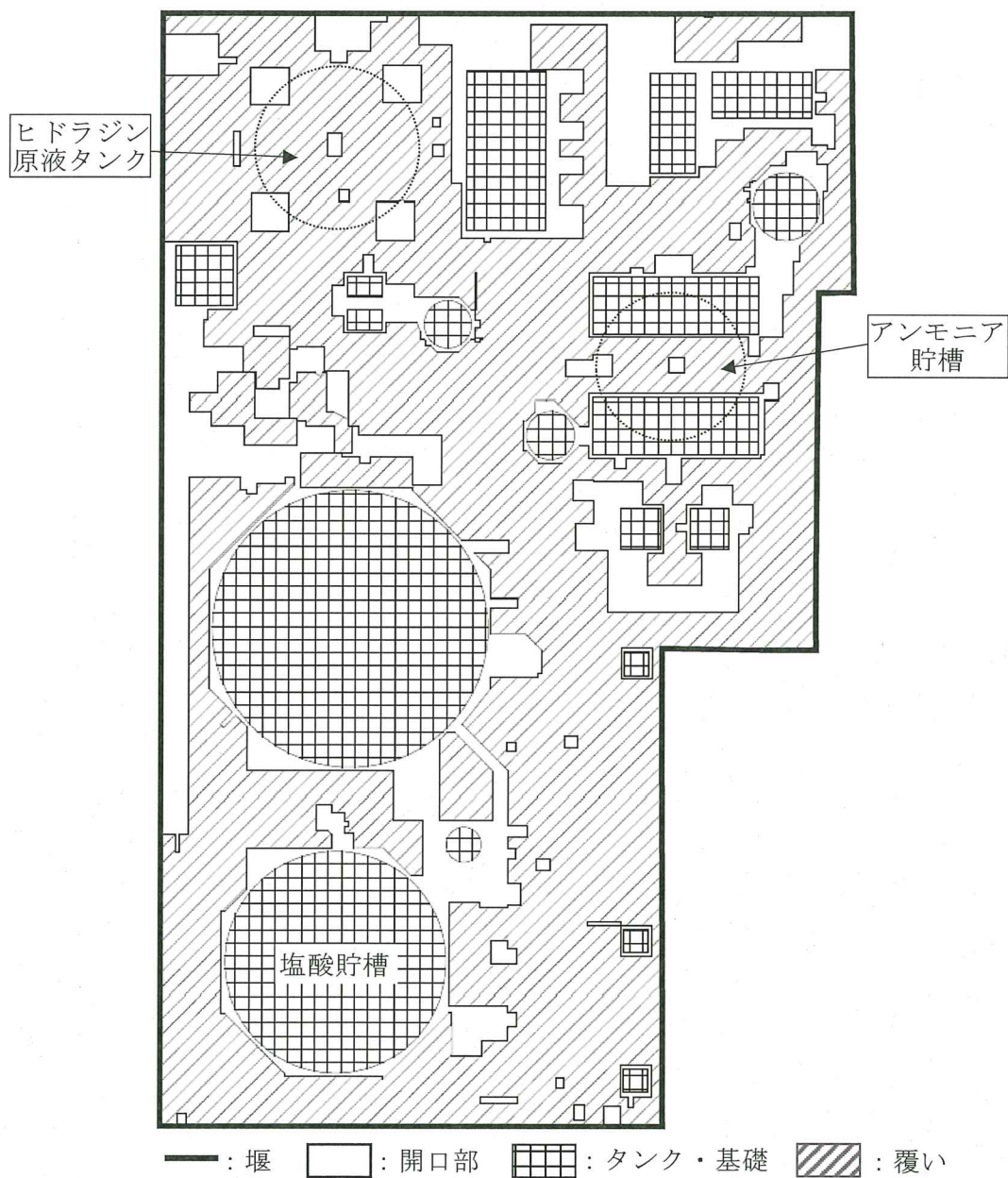
○調査対象の可動源特定フロー



第2.1-2図 可動源の特定フロー

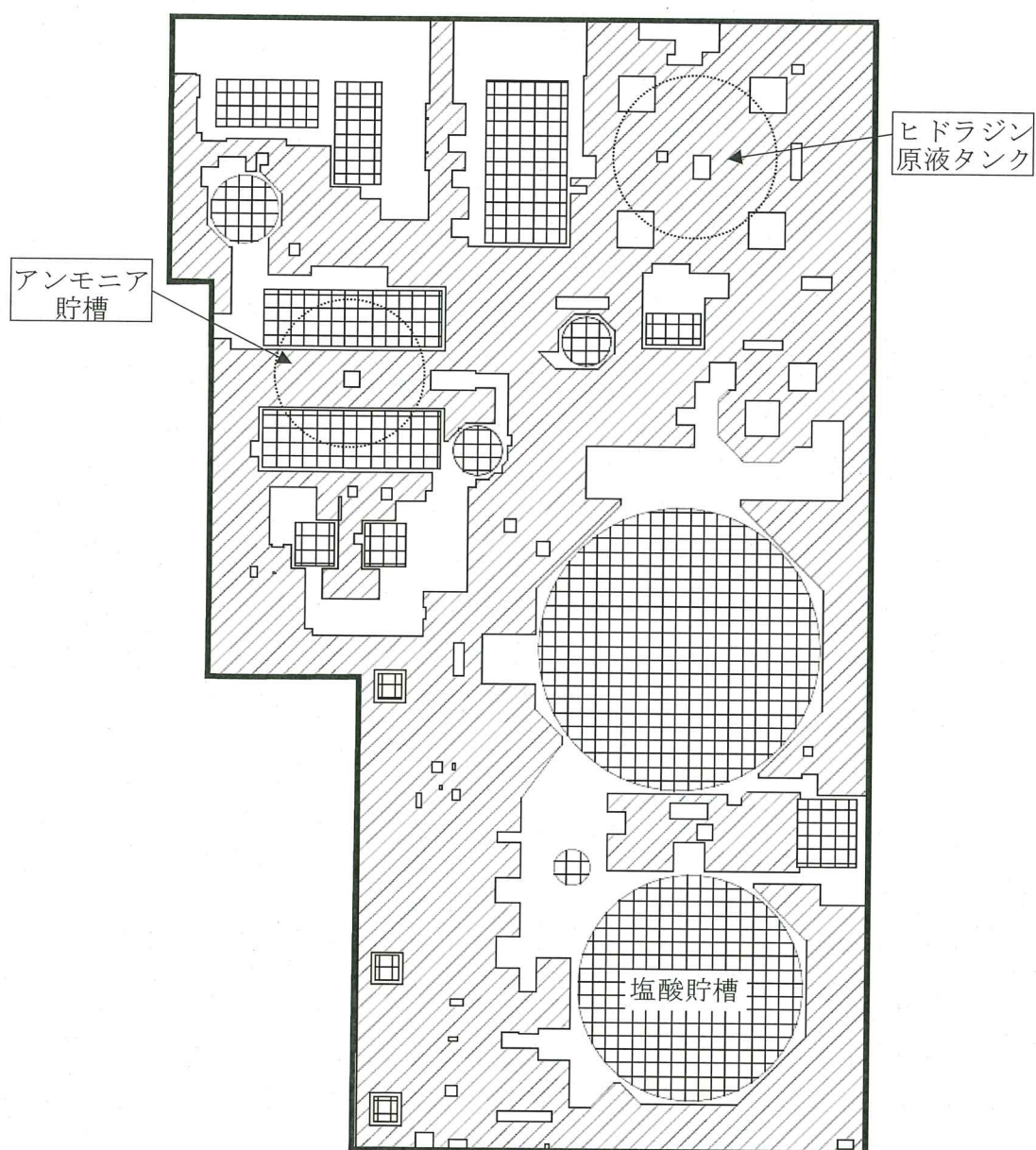


第2.2-1図 中央制御室等の外気取入口と敷地内固定源との位置関係



(3号機塩酸貯槽、アンモニア貯槽、ヒドラジン原液タンク)

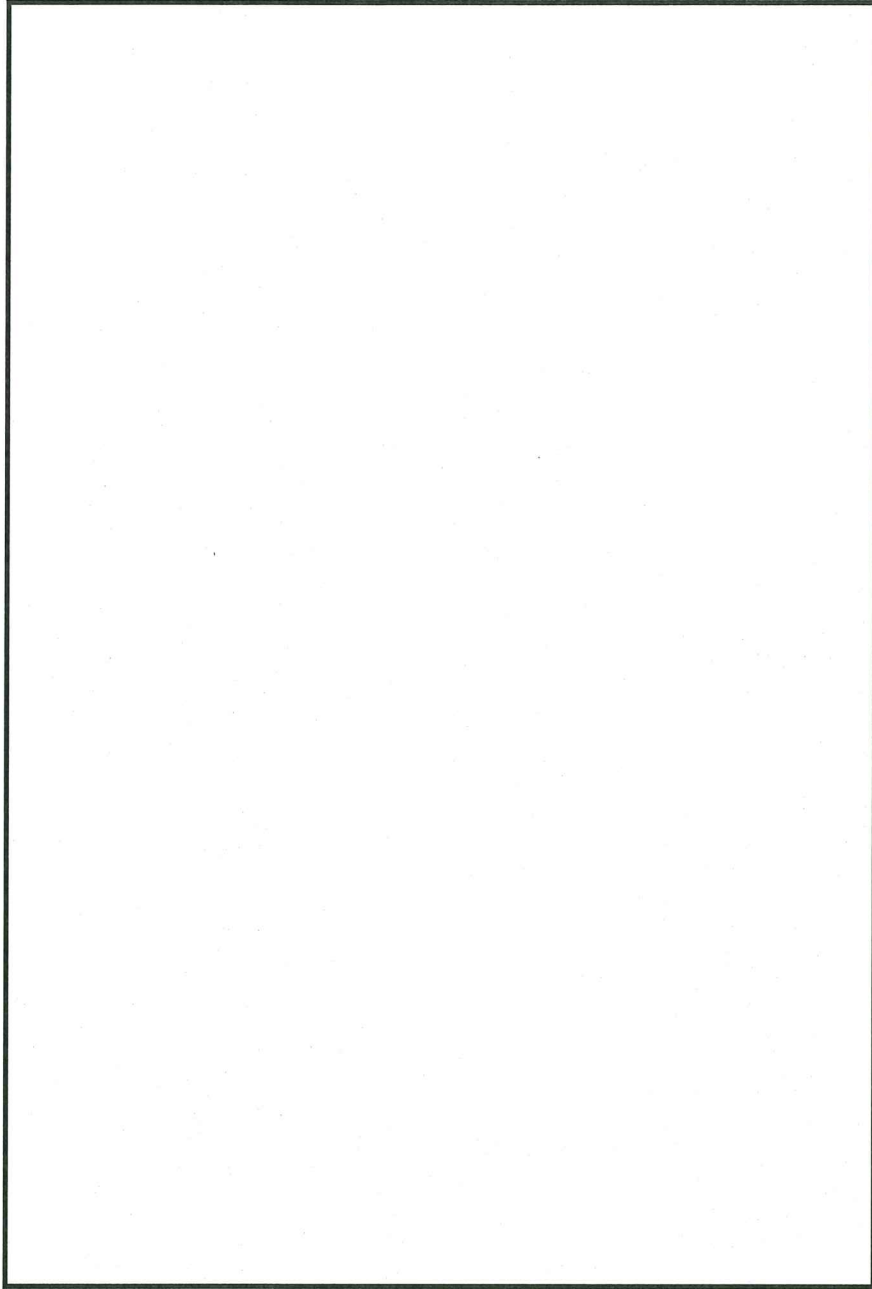
第 2.2-2 図 受動的に機能を発揮する設備 (敷地内固定源) (1/2)



— : 堰 □ : 開口部 田 : タンク・基礎 〰 : 覆い

(4号機塩酸貯槽、アンモニア貯槽、ヒドラジン原液タンク)

第 2.2-2 図 受動的に機能を発揮する設備 (敷地内固定源) (2/2)



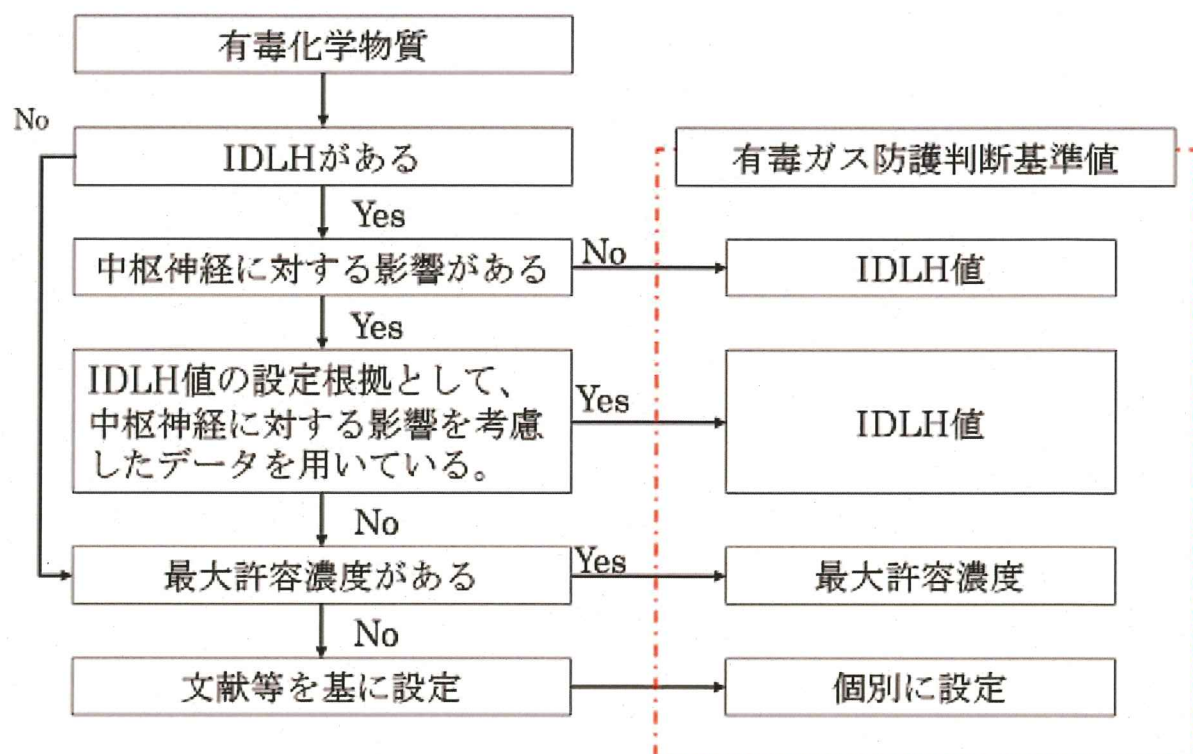
第2.3-1図 中央制御室等の外気取入口と可動源の輸送ルートとの位置関係



第2.4-1図 高浜発電所と敷地外固定源の位置関係 (1/2)
(塩素)



第2.4-1図 高浜発電所と敷地外固定源の位置関係 (2/2)
(アンモニア)



第3-1図 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。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

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、中枢神経影響等への影響を考慮し、運転・対象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(13)）
- ・IDLH：米国NIOSHが定める急性の毒性限度（ガイド1.3(1)）
- ・最大許容濃度：短時間で発現する刺激、中枢神経抑制等の生体影響を主とすることから報告されている値。（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。

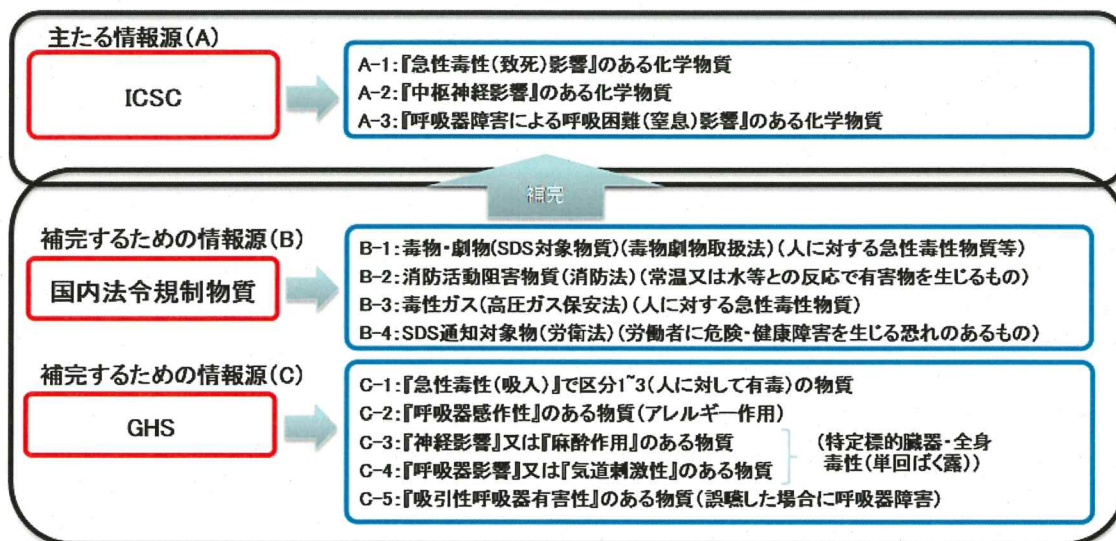
ICSCにない有毒化学物質を補完するために、以下の2種類の情報源を追加し、網羅性を確保した。

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、第1図のように網羅的に抽出し、設定の対象とした。



第1図 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）毒劇物検索用ファイル』

- ・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第1表に示す。

第1表 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	・ジエチルアミン ・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 ・エタノールアミン	・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 ・リン酸	・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)（毒物劇物取扱法）（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 ・エタノールアミン ・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（高圧ガス保安法）（人に対する急性毒性物質）	・ジエチルアミン ・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	・エタノールアミン ・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	・リン酸 ・一酸化炭素 ・硫化水素
	C-2:『呼吸器感作性』のある物質（アレルギー作用）	・塩酸 ・亜硫酸水素ナトリウム ・エタノールアミン	・ホルムアルデヒド ・ベリリウム ・酢酸
	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	・エタノールアミン ・ほう酸 ・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 ・エタノールアミン ・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）	・テトラクロロエチレン ・ベンゼン ・トルエン	・硝酸 ・生石灰 ・水酸化カリウム

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高浜発電所内で使用される有毒化学物質を抽出した。抽出フローを第2図に示す。

(1) 有毒化学物質を含むおそれがある化学物質の抽出

高浜発電所において各々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、以下のとおりに実施した。

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

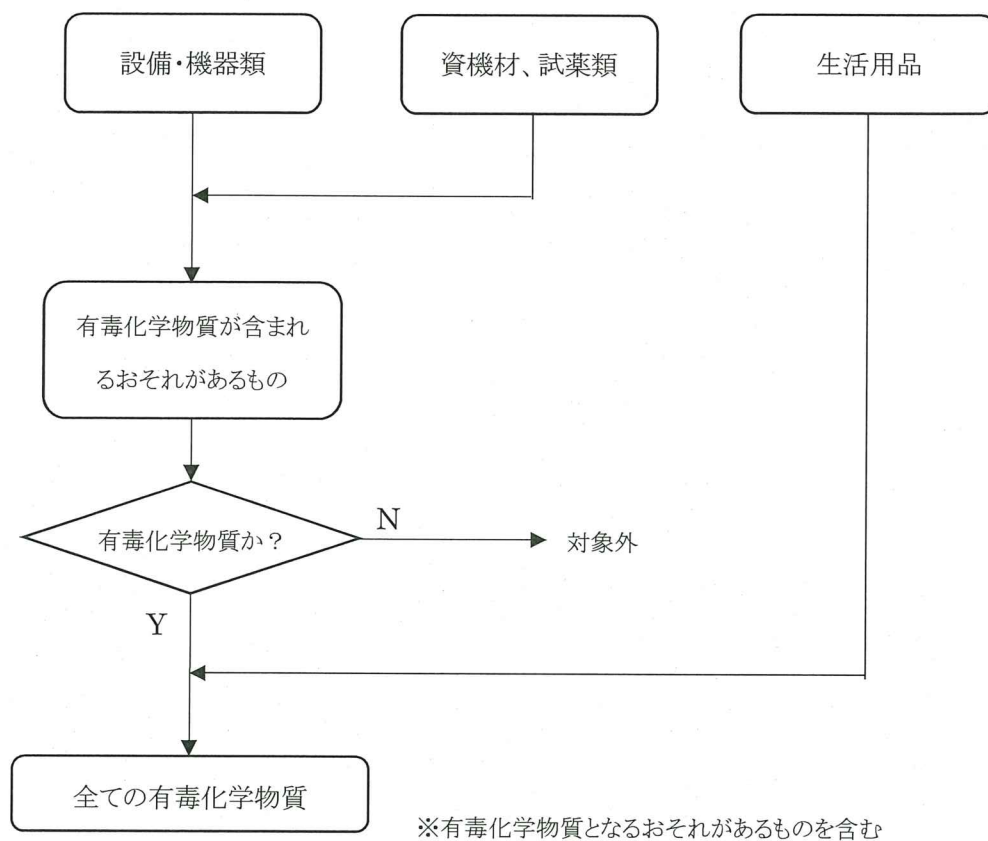
点検管理記録、現場確認等により、対象物品を抽出した。

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可能性がない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。



第2図 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第 1 表に示す。

第1表 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	×	×
特定製品に係るフロン類の回収及び破壊の実施の確保等に関する法律	×	×
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	○	× ^(注1)
覚せい剤取締法	○	× ^(注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	○	× ^(注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	○	× ^(注3)
ガス事業法	○	× ^(注4)
石油コンビナート等災害防止法	○	× ^(注5)

- (注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。
- (注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。
- (注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。
- (注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。
- (注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福井地区であるが、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。