

柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉

5号炉原子炉建屋内緊急時対策所の 待機場所について

平成29年1月

東京電力ホールディングス株式会社

5号炉原子炉建屋内緊急時対策所の
現場要員待機場所について

1. 現場要員待機場所に関する役割及び要件について
2. 重大事故等発生時の事象進展に伴う緊急時対策要員の動き
3. 重大事故対処時における現場要員待機場所の収容可能人数及び使用方法について
4. 現場要員待機場所の設計について

添付資料1 5号炉原子炉建屋内緊急時対策所の待機場所における被ばくについて

1. 現場要員待機場所に関する役割及び要件について

(1) 現場要員待機場所の役割

事故発生時における現場作業には設備故障時等の不測事態への対応の他、給油作業等の発生を予測できる作業がある。不測事態へは迅速な対応が望まれるため、現場要員は所内に待機しておくことが重要であると考えられる。また、所外から参集した現場要員は作業開始までに所内で待機することになるため、作業開始までの間に待機する場所の確保が重要であると考えられる。

このことから、現場要員待機場所の役割は以下の①②と整理される。

【現場要員待機場所の役割】

- ①設備故障等の不測事態への対応を直ちに行うための現場要員が待機する
- ②所外から参集した現場要員が待機する

(2) 現場要員待機場所の要件

現場要員待機場所は以下の(A), (C)において使用する施設とする。

- (A) 設置許可基準規則 34 条に定められる「一次冷却系統に係る発電用原子炉施設の損壊その他の異常が発生した場合」：**使用する**
- (B) 設置許可基準規則 61 条に定められる「重大事故等」、すなわち同条の居住性評価条件である東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故と同等の放射性物質が放出された場合：使用しない
- (C) その他の重大事故等発生時において、プルームが通過する前、またはプルーム通過後に環境改善がなされた場合：**自主対策として使用する**

(3) 居住性に対する要件

事故時における現場要員の待機場所の確保を確実にする観点から、現場要員待機場所については、以下のとおり居住性に対する要件を自主的に設ける。居住性の評価結果は添付資料 1 に示すとおり。

【居住性に対する要件】

後述する被ばく評価の基本想定シナリオにおいて以下を満足すること。

- ・プルーム通過時間（格納容器ベント実施後 10 時間）経過後に、1mSv/h 以下の線量率となること。^{※1}
- ・事故発生後 7 日（168 時間）時点で 0.2mSv/h 以下の線量率となること^{※2}

※1 設備の故障等の不測の事態にも対応できるよう 1 交替当たり 8 時間待機するものと想

定し、1回の待機に伴う合計被ばく量が10mSv以下となるよう1mSv/h以下と設定。

- ※2 1日あたり8時間の勤務時間を想定した場合、そのうち2時間現場要員待機場所を使用すると考えられる（発電所外ブリーフィング1時間→現場作業1時間→休憩30分→現場作業1時間→休憩1時間→現場作業1時間→休憩30分→現場作業1時間→発電所外ブリーフィング1時間）。従って、発生後8日目から30日目までの23日間作業をした場合に合計46時間≒50時間滞在すると想定し、休憩中の合計被ばく量が10mSv以下となるよう0.2mSv/h以下と設定。

【被ばく評価の基本想定シナリオ】

- 6号または7号炉のいずれか1つが「大破断LOCA時に非常用炉心冷却系の機能及び全交流動力電源が喪失するシーケンス」（以下、「大LCOA+ECCS全喪失+SBOシナリオ」）で格納容器圧力逃がし装置を用いた格納容器ベントを行う。
- 6号炉または7号炉の残る1つが「大LCOA+ECCS全喪失+SBOシナリオ」で代替循環冷却系による事象収束を行う。

2. 重大事故等発生時の事象進展に伴う緊急時対策要員の動き

(1) 事象進展に応じた必要要員数の考え方

1. (3)で示した想定シナリオにおいては、事象進展に応じて必要要員数が変化する。具体的には以下の4フェーズに整理できる。

(フェーズⅠ) 重大事故等発生から、少なくとも1つのプラントにおいて格納容器ベントを実施する2時間前(必要最低限の要員を除き所外退避を開始する時間)まで

(フェーズⅡ) 少なくとも1つのプラントにおいて格納容器ベントに伴い比較的高濃度の放射性物質の放出が行われている期間(格納容器ベント実施後10時間まで)

(フェーズⅢ) 格納容器ベントに伴う放射性物質の放出は比較的低濃度になるが、現場環境等が改善されるまでに時間を要することから、必要最低限の作業を除き状況把握や戦略検討に従事する期間(フェーズⅡ完了後24時間まで)

(フェーズⅣ) 現場環境等の改善に伴い、事象収束に向けた各種作業を本格化する期間(フェーズⅢ完了後)

1. (3)で示した想定シナリオにおいて、格納容器ベントの実施は事象発生から38時間後であるため、上記フェーズⅠ～フェーズⅣは以下の時間帯となる。

(フェーズⅠ) 事象発生後0～36時間

(フェーズⅡ) 事象発生後36～48時間

(フェーズⅢ) 事象発生後48～72時間

(フェーズⅣ) 事象発生後72時間以降

それぞれのフェーズにおける必要要員数は以下の通りとなる。

(フェーズⅠ) 第2次緊急時態勢の要員数(本部84名、現場90名)

: 常設代替交流電源設備の起動、可搬型代替注水ポンプ(消防車)の配備、代替原子炉補機冷却系の設置など、事象収束に向けた各種作業に必要な要員数。

6号及び7号炉において事象が同時に発生しない場合においても、フェーズⅡ以降に伴い現場作業が出来なくなることが分かっているため、フェーズⅠ完了時点でフェーズⅣ到達までの間に必要となりうる操作(格納容器ベント、代替循環冷却など)は全て完了させ、フェーズⅡ移行に備える。

(フェーズⅡ) 監視、通信連絡を主とした必要最低限の本部要員数(27名)の2倍

及び監視、給油、フェーズⅢ移行後の初動に必要な最低限の現場要員数(17名)の合計(本部54名、現場17名)

: 本部要員数は、比較的高濃度の放射性物質が通過するまでの間、本部

内に留まり、監視及び通信連絡を主として対応するために必要な要員数。

なお、所外から参集して交替することができない場合も想定し、必要要員数の2倍を確保し、半分は休息しておく。

現場要員数は、フェーズⅡでも発生してしまう給油作業の他、展開済みの各種設備の監視、フェーズⅢ移行後の初動対応を行うために必要な要員数。現場要員は常時対応が必要とはならないため、適宜休憩をとることとし、2倍の要員数は確保しない。

(フェーズⅢ) フェーズⅡの必要最低限の要員数に、状況把握や戦略検討に必要な追加本部要員数(54名)と設備故障等の不測事態への対応及び事故後の給油作業等への対応に必要な追加現場要員数(40名)を加えた数(本部54名、現場57名)

: 本部要員数は、所外からの参集及び交替が確実になることから、必要要員数の2倍の確保は不要となる。これにかわって、状況把握や戦略検討に従事することから、「意思決定・指揮機能」、「情報収集・計画立案機能」、「現場対応機能」に係る要員の一部(27名)を緊急時対策所に再参集させる。

現場要員数は、本部要員が状況把握や戦略検討に従事している間、給油作業等を行うとともに設備故障等の不測事態に備えて待機しておくために必要な要員数。

(フェーズⅣ) 第2次緊急事態勢と同等の要員数(本部84名、現場90名)

: 事象収束に向けた各種作業を本格化することから、事象進展に応じて柔軟に対応できるようフェーズⅠと同等の要員数を確保。

これらの必要要員数の変化と各フェーズにおける現場線量率を図1に、各必要要員数の内訳を表1に示す。

(2) 5号炉原子炉建屋内緊急時対策所における緊急時対策要員の動き

(1)で示した必要要員数に対して、5号炉原子炉建屋内緊急時対策所における滞在場所(収容可能要員数)と要員の動きを図2に示す。また、参考として免震重要棟内緊急時対策所における滞在場所を要員の動きを図3に示す。図2、図3の通り、両緊急時対策所において必要要員数、要員の動きに違いはない。

	▽事故発生から36時間 (格納容器ベント実施2時間前)			
	▽事故発生 0	▽事故発生から 38時間 (ベント実施)	▽事故発生から48時間 (格納容器ベント実施10時間後)	▽事故発生から72時間
事故前	炉心露出, 損傷	プルーム放出		
フェーズ	フェーズ I 〔事象収束に向けた各種作業, フェーズII移行準備〕	フェーズ II 〔監視, 通信連絡, 給油, フェーズIII移行後の初動準備〕	フェーズ III 〔状況把握, 戦略検討, 不測事態対応(待機), 給油等〕	フェーズ IV 〔事象収束に向けた各種作業〕
線量率 ^{※1} (屋外)	~10mSv/h 以下	100mSv/h 以上 ~100000mSv/h 以下	10mSv/h 以上 ~300mSv/h 以下	~200mSv/h 以下
線量率 ^{※1} (原子炉建屋内の 二次格納施設外)	~100mSv/h 以下	1mSv/h 以上 ~100mSv/h 以下	1mSv/h 以上 ~100mSv/h 以下	1mSv/h 以上 ~100mSv/h 以下
本部要員	本部要員 (84)	本部要員 (54 ^{※2}) ※2 27×2	本部要員 (54)	本部要員 (84)
現場要員	現場要員 (90)	現場要員 (17)	現場要員 (57)	現場要員 (90)

※1 各線量率は, それぞれのフェーズでの厳しめの場所・時間帯におけるめやす値

図1 事象進展毎の必要要員数の動き

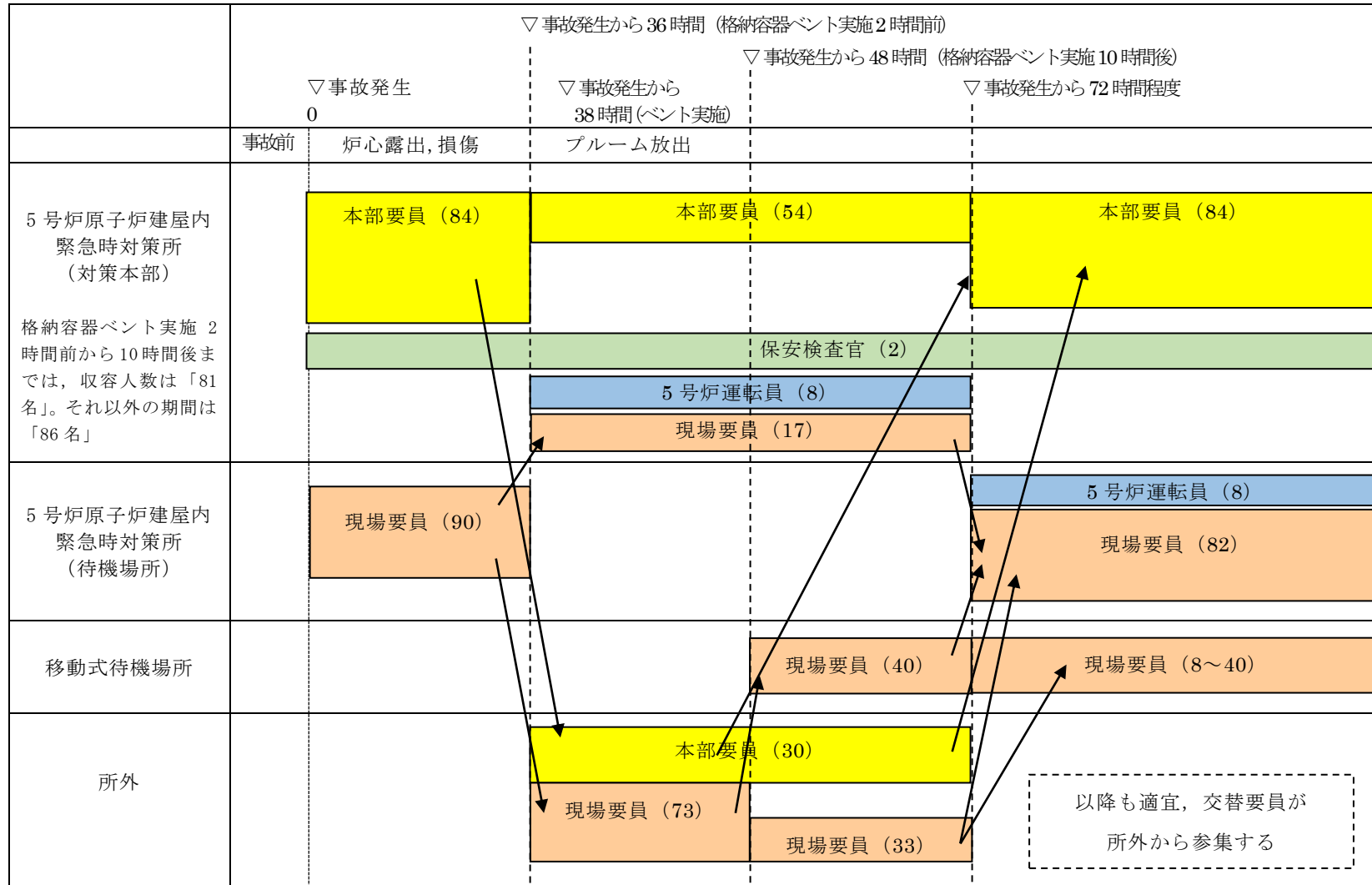


図2 事象進展毎の緊急時対策要員の動き (5号炉原子炉建屋内緊急時対策所)

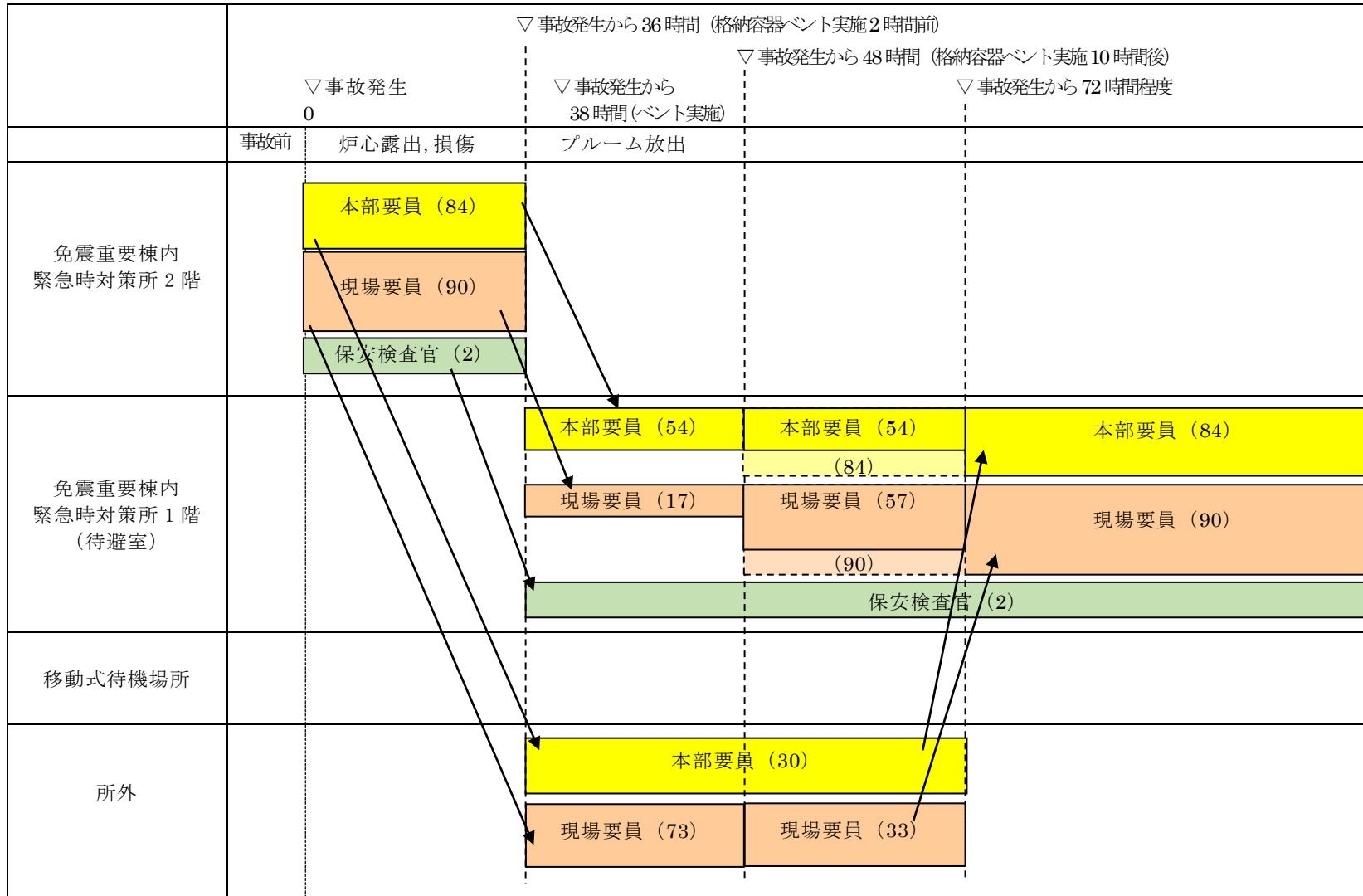


図3 事象進展毎の緊急時対策要員の動き (免震重要棟内緊急時対策所)

表1 事象進展毎の緊急時対策要員として必要な人数

事象進展			フェーズⅠ		フェーズⅡ		フェーズⅢ		フェーズⅣ	
			要員数	合計	要員数	合計	要員数	合計	要員数	合計
6号及び7号炉	本部要員	本部長・統括他	18	84	11	54	18	54	18	84
		各班長・班員	66		16		36		66	
		交代要員	—		27		—		—	
	現場要員	復旧班要員	63	90	14	17	54	57	63	90
		保安班要員	15		3		3		15	
		自衛消防隊	10		—		—		10	
	1～5号炉現場要員	復旧班	2		—		—		2	

3. 重大事故対処時における現場要員待機場所の収容可能人数及び使用方法について

(1) 現場要員待機場所の配置及び収容可能人数

1. (1)の①②の役割を果たすために、5号炉原子炉建屋内緊急時対策所の現場要員待機場所（以下、「現場要員待機場所」）として、5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）及び移動式待機場所を設置する。

a. 5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）

5号炉原子炉建屋の中央制御室空調機械室に約107㎡（5号炉中央制御室換気空調系設備、5号炉原子炉建屋内緊急時対策所へのアクセスルート通路面積除き）の5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）を配置する。

また、5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）は、6号及び7号炉での重大事故等時における作業に対応する現場要員として、中央制御室にて対応を行う運転員を除く88名（復旧班現場要員（63名）、保安班現場要員（15名）、自衛消防隊（10名））と、1～5号炉に係る現場要員2名をあわせて90名を収容可能な設計とする。

b. 移動式待機場所

柏崎刈羽原子力発電所構内の敷地境界周辺に、1台当たり10名収容可能な移動式待機場所を4台配置する。移動式待機場所は、6号及び7号炉での重大事故等時における作業に対応する現場要員として①設備故障等の不測事態への対応を行う22名^{*1}と、②事故後の給油作業等を行う18名^{*2}の合計40名（1台当たり10名）を収容可能な設計とする。

各作業における具体的な作業人数を表2に示す。

- ※1 「①設備故障等の不測事態への対応」を行う要員数としては、原子炉への注水に係る主な設備（可搬型代替注水ポンプ（以下、「消防車」）、代替原子炉補機冷却系、ガスタービン発電機）が各々1台故障した場合でも対応可能となるよう、各々の予備機との交換作業に必要となる作業人数の合計を参照した。
- ※2 「②事故後の給油作業等への対応」を行う要員数としては、5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）の環境が改善されるまでの間の給油作業及び格納容器ベント実施後の作業（格納容器圧力逃がし装置のフィルタ装置（以下、「フィルタ装置」）の排水作業、薬液注入、窒素パージ）に必要となる作業人数の他、異なる時刻に格納容器ベントを実施する場合も対応可能となるよう、格納容器ベント実施前の作業（フィルタ装置排水ポンプ水張り）に必要となる作業人数を考慮し、各作業人数の合計を参照した。

表2 各作業における作業人数

作業項目		作業に必要な人数	現場要員の対応人数	
			移動式 待機場所	(参考) 対策本部
① 設備故障 等の不測 事態への 対応 ^{※3}	消防車の予備機への交換	3名/台	3名 (1台故障を想定)	0名
	代替原子炉補機冷却系の予備機への交換	13名/台	13名 (1台故障を想定)	0名
	ガスタービン発電機の予備機への交換作業	6名/台	6名 (1台故障を想定)	0名
	①小計	—	22名	0名
② 事故後の 給油作業 等	給油	4名/ (6, 7号炉合計)	0名	4名
	フィルタ装置の排水	4名/ (6, 7号炉合計)	2名 ^{※4}	0名 (2名) ^{※4}
	フィルタ装置への薬液注入	12名/ (6, 7号炉合計)	12名	0名
	フィルタ装置の排水ラインの窒素パージ	4名/ (6, 7号炉合計)	4名	0名
	フィルタ装置排水ポンプ水張り	2名/ (6, 7号炉合計)	0名	2名 ^{※4}
	②小計	—	18名	6名
合計 (①+②)			40名	6名

※3 「①設備故障等の不測事態への対応」の必要人数については、今後訓練等を通じて確定していくものとする。

※4 フィルタ装置排水ポンプ水張り作業（作業A）は格納容器ベント実施前の作業であり、フィルタ装置の排水作業（作業B）は格納容器ベント実施後の作業であるため、各号炉単位で同時に発生することがない。加えてこれら二つの作業は作業時間帯に十分な間隔があるため、作業A完了後に作業Bに必要な現場要員を所外から参集するものとする。従って、作業A、作業B合計で対策本部内に2名の現場要員を確保するものとし、作業Bに対しては現場要員待機場所に2名の現場要員を確保するものとした。

(2)使用方法

現場要員待機場所は、対策本部の現場要員以外は原則所外退避とするプルーム通過期間（格納容器ベント実施から 10 時間程度）以外の期間で使用する。

現場要員待機場所のうち 5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）は格納容器ベント実施後から 30 時間程度は高線量となるため使用できないと評価しているが、環境が改善するまでの間は移動式待機場所を現場要員待機場所として使用することで、全体として途切れることなく現場要員の待機場所を確保することができる。

現場要員待機場所の使用に関するタイムチャートを図 3 に示す。

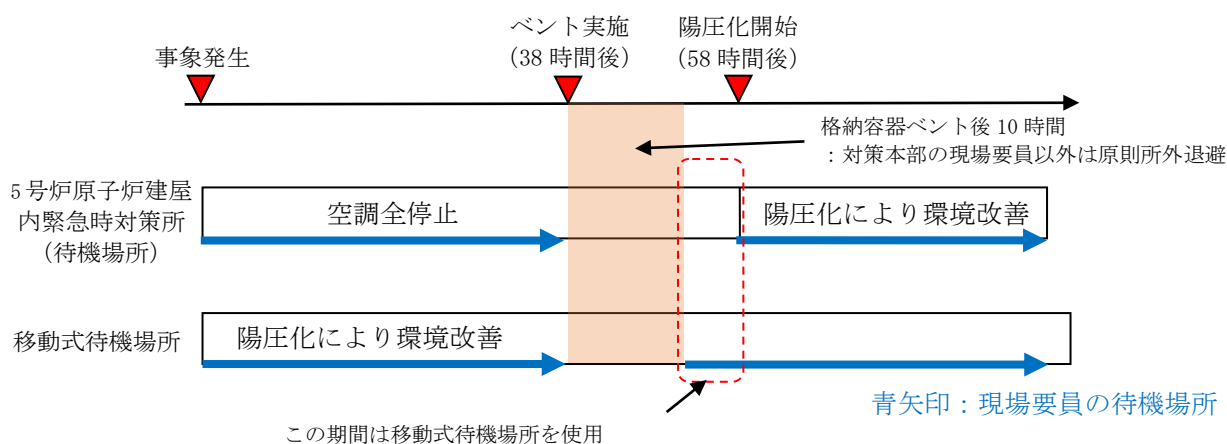


図 3 現場要員待機場所の使用に関するタイムチャート

4. 現場要員待機場所の設計について

(1) 現場要員待機場所の設計方針

前記「1. (2) 現場要員待機場所の要件」での検討，及び設置許可基準規則第 34 条及び 61 条の定めを受け，現場要員待機場所の設備設計方針として有すべき機能，及び設計条件は，以下の通り整理できる。

《現場要員待機場所の位置付け》

	5号炉原子炉建屋内緊急時対策所 (待機場所)	移動式待機場所
設計基準対象施設	設置許可基準規則第 34 条 に基づく設置	—
重大事故等対処施設	自主的設置	自主的設置

《現場要員待機場所の設備設計方針》

a. 機能

- ・現場要員がとどまることが出来る空間
- ・空気の取り込みを一時停止した場合においても，対策活動に影響がないことを確認するための酸素濃度計，及び二酸化炭素濃度計の配備
- ・重大事故等対処時において，遮蔽，気密及び換気設備による居住性の確保
(現場要員の待機中の負担軽減のため，マスクを外して滞在出来るための換気設備の設置)
- ・現場要員が対策本部と通信連絡を行うための通信連絡設備の設置
- ・換気設備，通信連絡設備への代替電源設備からの給電
- ・現場要員待機場所への汚染の持ち込みを防止するためのモニタリング及び作業服の着替え等を行う区画の設置
- ・放射線防護装備資機材 (マスク・着替え等)，水・食料の配備

b. 設計条件

- ・現場要員待機場所と原子炉制御室は共通要因により同時に機能喪失しない。また，5号炉原子炉建屋内緊急時対策所 (待機場所) と移動式待機場所は，共通要因により同時に機能喪失しない。
- ・地震により機能喪失しない，また津波による影響を受けない (5号炉原子炉建屋内緊急時対策所 (待機場所))。

5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）と移動式待機場所の設備概要について、表3に示す。移動式待機場所の設備の設計方針は、移動可能な車両形態であることを除き、5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）と同等の機能を備えるよう設計する。

表3 現場要員待機場所に対する設備設計方針比較

	5号炉原子炉建屋内緊急時対策所 (現場要員待機場所)	移動式待機場所
現場要員待機場所の 設置・保管場所及び設 置高さ	5号炉原子炉建屋屋内地上3階 中央制御室空調機械室 T. M. S. L. +27.8m	荒浜側常設代替交流電源設備設置場所 T. M. S. L. +21.5m
構造	原子炉建屋 室内	車両
現場要員待機場所の 面積と収容可能要員数	約 107 m ² 約 90 名	約 10 m ² ×4 台 約 10 名×4
居住性設備	<ul style="list-style-type: none"> ・無窓，コンクリート遮蔽 ・可搬型陽圧化空調機によるろ過空気陽圧化 ・酸素濃度計，二酸化炭素濃度計の配備 ※事故後 58 時間以降に空調機運用	<ul style="list-style-type: none"> ・無窓，鉛遮蔽 ・可搬型陽圧化空調機によるろ過空気陽圧化 ・酸素濃度計，二酸化炭素濃度計の配備 ※事故後 38 時間のベント前から，空調機運用
通信連絡設備	<ul style="list-style-type: none"> ・対策本部～待機場所間連絡 (携帯型音声呼出電話設備) 	<ul style="list-style-type: none"> ・対策本部～待機場所間連絡 ・移動式待機場所間の連絡 (無線連絡設備等)
放射線管理設備	可搬型エリアモニタ	可搬型エリアモニタ
電源設備	所内電源（大湊側） 非常用系統 代替交流電源設備（発電設備）※1	代替交流電源設備（発電設備）※2
資機材	収容要員の一日分を室内保管	収容要員の一日分を室内保管
地震	Ss 機能維持	Ss 機能維持（転倒防止）
津波	設置場所は津波影響を受けない (T. M. S. L. +27.8m)	津波影響を受けない場所で保管 (T. M. S. L. +21.5m)， 及び津波影響を受けない場所で使用する (T. M. S. L. +13m 以上)

※1 5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（対策本部）から給電

※2 車両に設置

(2) 現場要員待機場所の概要

a. 5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）

5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）の配置図を以下に示す。図4は設置許可基準規則34条に定められる「一次冷却系統に係る発電用原子炉施設の損壊その他の異常が発生した場合」における待機要員収容例を示している。また設置許可基準規則61条に定められる「重大事故等」のうち、被ばく評価の基本想定シナリオが発生した場合において、一定時間経過後に待機、休憩等の目的で現場要員がマスクを外して滞在できる際の待機要員収容は、図4の配置の内数となる。



図4 5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所） 配置図

b. 移動式待機場所

移動式待機場所の外観を図 5 に、収容スペース詳細を図 6 に示す。図 5 は設置許可基準規則 61 条に定められる「重大事故等」のうち、前記「3. (1)現場要員待機場所の配置及び収容可能人数」で想定した対応要員として、①設備故障等の不測事態への対応を行う 22 名と、②事故後の給油作業等を行う 18 名の合計 40 名（1 台当たり 10 名）を 4 台に振り分けて収容した場合の、待機車両 1 台当たり 10 名の対策要員の配置を示している。

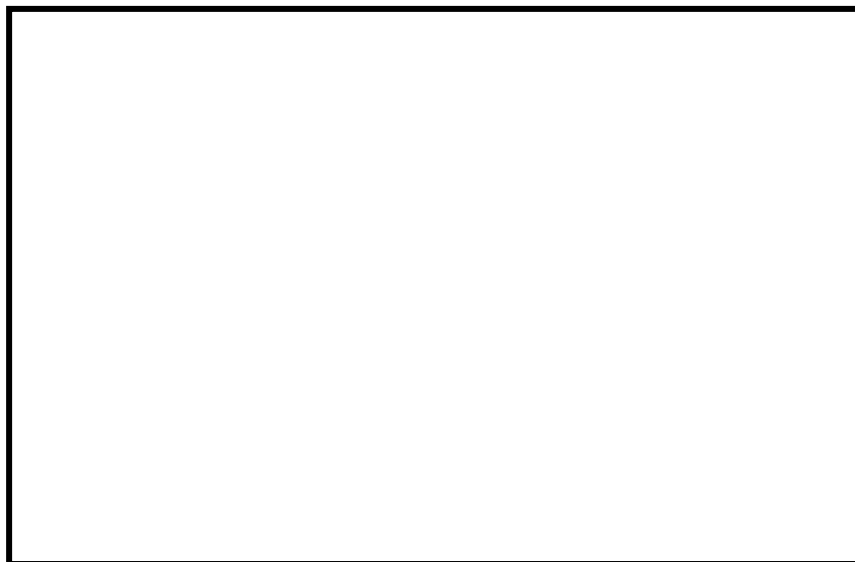


図 5 移動式待機場所外観図



図 6 移動式待機場所 収容スペース概略図

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。

また、移動式待機場所の保管場所は荒浜側常設代替交流電源保管場所とする。保管場所について図7に示す。



図7 移動式待機場所の保管場所

以上

5号炉原子炉建屋内緊急時対策所の待機場所における被ばくについて

5号炉原子炉建屋内緊急時対策所の待機場所（5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）及び移動式待機場所）に対しては被ばくに係る要件を自主的に設定している。

ここでは、5号炉原子炉建屋内緊急時対策所の待機場所における被ばくを評価し、要件を満足していることを確認する。なお、評価に当たっては「実用発電用原子炉に係る重大事故時の制御室及び緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド」を参照した。

<被ばくに係る要件>

被ばく評価の基本想定シナリオにおいて以下を満足すること。

- ① プルーム通過時間（格納容器ベント実施後 10 時間）経過後に 1mSv/h 以下の線量率となること。
- ② 事故発生後 7 日（168 時間）時点で 0.2mSv/h 以下の線量率となること。

評価の結果、以下のとおり各要件を満足する待機場所が確保されており、5号炉原子炉建屋内緊急時対策所の待機場所全体として被ばくに係る要件を満足することを確認した。

要件の①：移動式待機場所が満足

要件の②：5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）及び移動式待機場所が満足

1. 評価事象

想定シナリオは以下のとおり。

- ・ 発災プラント：6号及び7号炉
- ・ 6号炉シナリオ：「大 LOCA+ECCS 全喪失+SBO シナリオ」で、格納容器圧力逃がし装置を用いた格納容器ベント（W/W ベント）を実施する。^{※1}
- ・ 7号炉シナリオ：「大 LOCA+ECCS 全喪失+SBO シナリオ」で、代替循環冷却系により事象を収束する。

※1 6号炉ベント時を想定する理由は以下のとおり。

- ・ 7号炉の格納容器ベントの放出口と比べ、6号炉の格納容器ベントの放出口の方が5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）に近く、6号炉ベント時の方が5号

炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）における被ばく量が大きくなると考えられること。

- ・移動式待機場所は 6 号及び 7 号炉から離れた位置に配置するため，移動式待機場所と各号炉との距離の差による影響は小さいと考えられること。

2. 大気中への放出放射エネルギー

大気中への放出放射エネルギーは，中央制御室の居住性（重大事故）に係る被ばく評価^{※1}と同じものを用いた。

- ※1 評価条件は「59-11 原子炉制御室の居住性に係る被ばく評価について」の「添付資料 2 中央制御室の居住性（重大事故対策）に係る被ばく評価について」の表 2-1-2 を参照。

3. 放射性物質の大気拡散評価

被ばく評価に用いた相対濃度と相対線量を表 3-1 に示す。

ここで，移動式待機場所に対する評価点は敷地境界^{※1}とし，相対濃度と相対線量が最も大きくなる方位（ESE）の評価結果を参照した。

なお，大気拡散評価の条件は中央制御室の居住性（重大事故）に係る被ばく評価^{※2}と同様とした。

- ※1 移動式待機場所は，格納容器ベント実施前から実施後 10 時間までは敷地境界以遠に移動する運用とするが，保守的に敷地境界における相対濃度及び相対線量を評価した。

- ※2 「59-11 原子炉制御室の居住性に係る被ばく評価について」の「添付資料 2 中央制御室の居住性（重大事故対策）に係る被ばく評価について」の表 2-1-3 を参照。

表 3-1 相対濃度及び相対線量

評価点	放出点	着目方位	相対濃度 [s/m ³]	相対線量 [Gy/Bq]
5号炉原子炉建屋内 緊急時対策所 (待機場所) 中心	6号炉格納容器圧 力逃がし装置配管	N, NNE, NE	2.6×10^{-4}	2.5×10^{-18}
敷地境界	6号炉格納容器圧 力逃がし装置配管	ESE	1.2×10^{-5}	1.9×10^{-19}

4. 被ばく経路

5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）及び移動式待機場所における被ばくを評価するに当たり考慮した被ばく経路は以下のとおり。

(1) 5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）

- ・ 5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）の隣接区画内に取り込まれた放射性物質からのガンマ線による被ばく
- ・ 5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）内に取り込まれた放射性物質による被ばく（放射性物質の吸入摂取による内部被ばく、室内に浮遊している放射性物質による外部被ばく）

なお、以下の被ばく経路からの影響は、他の被ばく経路からの影響と比べ小さいと考えられることから、本評価では上述の被ばく経路からの影響のみを評価対象とした。

- ・ 原子炉建屋内の放射性物質からのガンマ線による被ばく（直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による外部被ばく）
- ・ 放射性雲中の放射性物質からのガンマ線による被ばく（クラウドシャインガンマ線による外部被ばく）※1
- ・ 地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線による被ばく（グランドシャインガンマ線による外部被ばく）
- ・ 格納容器圧力逃がし装置及びよう素フィルタ内の放射性物質からのガンマ線による被ばく

- ・使用済燃料プール等の燃料等からのガンマ線による被ばく
- ・可搬型陽圧化空調機のフィルタに取り込まれた放射性物質からのガンマ線による被ばく

※1 クラウドシャインガンマ線による外部被ばくは、格納容器ベント実施直後は影響が大きいですが、プルーム通過時間（格納容器ベント実施後 10 時間）経過後には他の経路と比べ影響が小さくなる。

(2) 移動式待機場所

- ・放射性雲中の放射性物質からのガンマ線による被ばく（クラウドシャインガンマ線による外部被ばく）
- ・移動式待機場所内に取り込まれた放射性物質による被ばく（放射性物質の吸入摂取による内部被ばく、室内に浮遊している放射性物質による外部被ばく）

なお、以下の被ばく経路からの影響は、他の被ばく経路からの影響と比べ小さいと考えられることから、本評価では上述の被ばく経路からの影響のみを評価対象とした。

- ・原子炉建屋内の放射性物質からのガンマ線による被ばく（直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による外部被ばく）
- ・地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線による被ばく（グランドシャインガンマ線による外部被ばく）
- ・格納容器圧力逃がし装置及びよう素フィルタ内の放射性物質からのガンマ線による被ばく
- ・使用済燃料プール等の燃料等からのガンマ線による被ばく
- ・可搬型陽圧化空調機のフィルタに取り込まれた放射性物質からのガンマ線による被ばく^{※2}

※2 可搬型陽圧化空調機のフィルタの周囲に、影響を十分低減できるだけの遮蔽を設置予定。

5. 被ばくの評価方法


5.1. 5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）

(1). 5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）の隣接区画内に取り込まれた放射性物質からのガンマ線による被ばく

5号炉原子炉建屋内では5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（対策本部）や5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）の空調設備により建屋内の空気が能動的に動かされるため、原子炉建屋内空間部と屋外との間に圧力差が生じ、原子炉建屋内外での空気のやりとりが生じる可能性がある。このため、5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）の隣接区画内には外気の一部が取り込まれるものと想定し、隣接区画内に取り込まれた放射性物質からのガンマ線による被ばくを評価した。

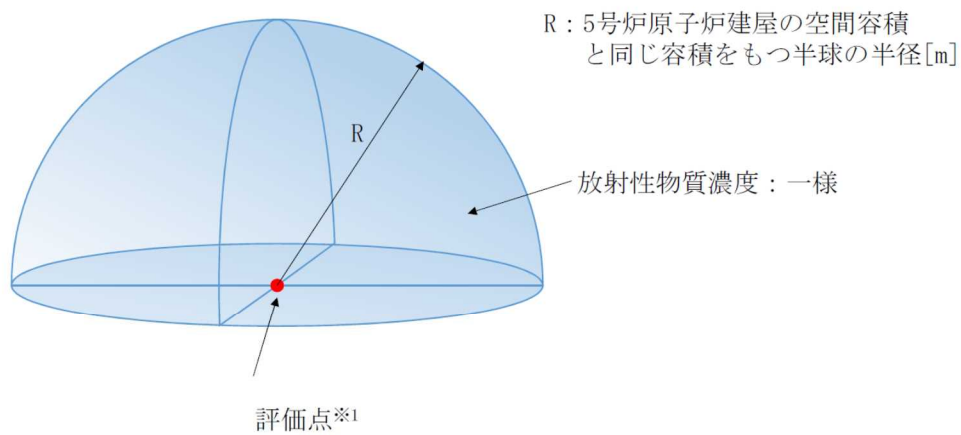
a. 評価モデル

評価モデル図を図5-1-1に示す。

線源の形状は5号炉原子炉建屋の空間容積と同じ容積をもつ半球とし、半球内には放射性物質が後述の評価方法で求めた濃度で一様に分布しているものとした。また、評価点を囲む遮蔽厚さは5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）と隣接区画間の壁、天井及び床のコンクリート厚さ（図5-1-2を参照）のうち、最も薄いコンクリート厚さ  を参照した。

本評価モデルは、原子炉格納容器による遮蔽効果を含め5号炉原子炉建屋内の上記以外の壁による遮蔽効果には期待しておらず、保守的なモデルとなっている。

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。



※1 評価点が普通コンクリート(密度:2.15 g/cm³)で覆われているものと想定した。
コンクリート厚さは、5号炉原子炉建屋内緊急時対策所(待機場所)と隣接区画間の
壁、天井及び床のコンクリートのうち、最も薄いコンクリート厚さ(厚さ)を
参照した。

図 5-1-1 5号炉原子炉建屋内緊急時対策所(待機場所)の隣接区画内の放射性物質からの
ガンマ線による被ばくの評価モデル図

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。

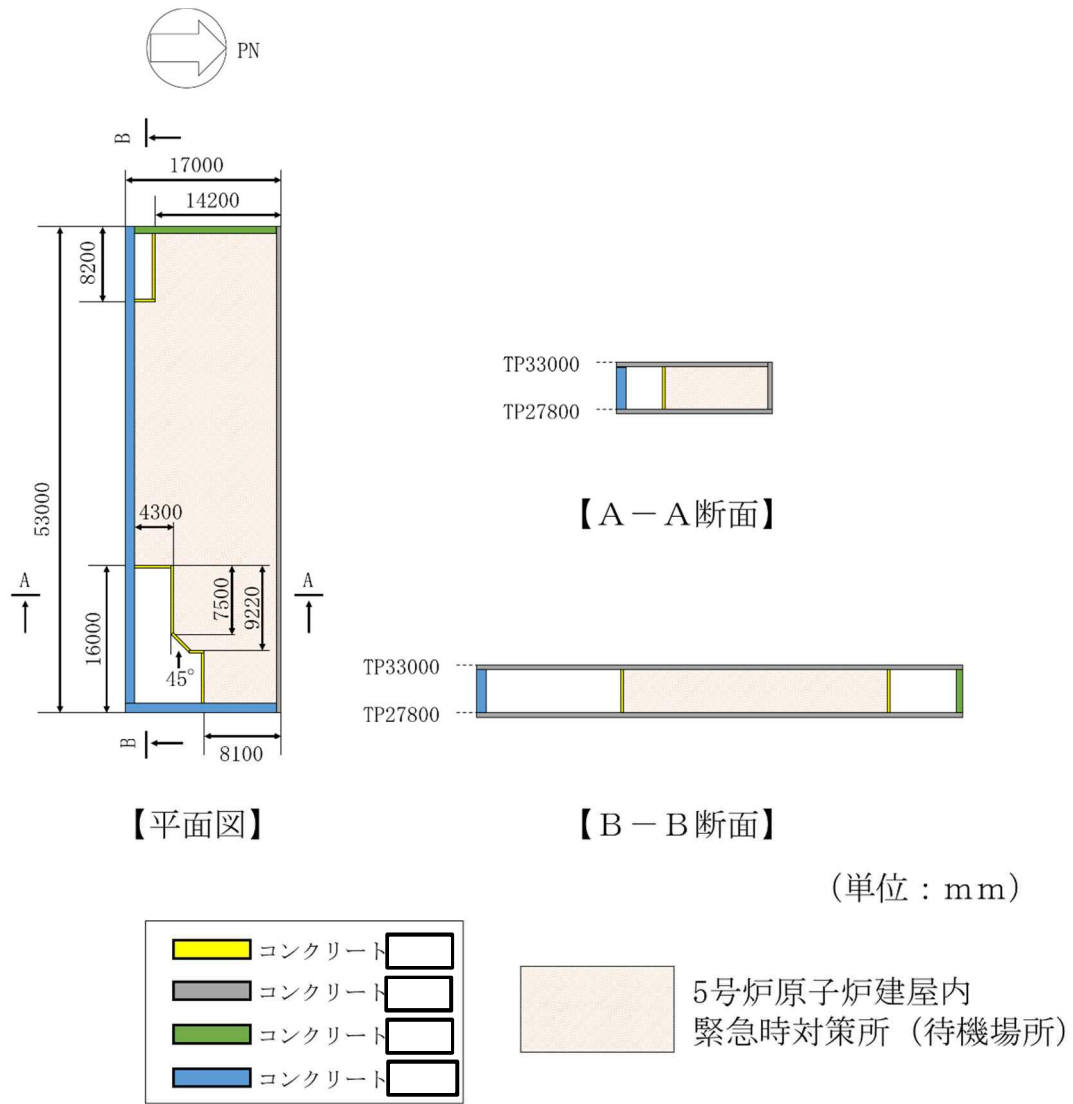


図 5-1-2 5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）周りの遮蔽概要図

b. 放射性物質濃度

5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）の隣接区画内の放射性物質濃度は以下の式で評価した。

$$\frac{dM_k(t)}{dt} = -\lambda_k \cdot M_k(t) - G \cdot M_k(t) + G \cdot S_k(t)$$

$$S_k(t) = (\chi/Q) \cdot Q_k(t)$$

$M_k(t)$: 時刻 t における核種 k の隣接区画内の放射能濃度 [Bq/m³]

λ_k : 核種 k の崩壊定数 [1/s]

G : 原子炉建屋の換気率 [回/s]

$S_k(t)$: 時刻 t における核種 k の外気の放射能濃度 [Bq/m³]

χ/Q : 相対濃度 [s/m³]

$Q_k(t)$: 時刻 t における核種 k の放出率 [Bq/s]

大気中への放出率は、中央制御室の居住性（重大事故）に係る被ばく評価で使用した値を用いた。また、相対濃度は表 3-1 の値を用いた。

原子炉建屋の換気率は、以下の式^{※2}により求めた値 (0.64 回/日) を用いた。

$$f_1 = f_0 \times \sqrt{\frac{\Delta P_1}{\Delta P_0}}$$

f_1 : 建屋差圧 ΔP_1 における換気率 [回/日]

f_0 : 設計建屋差圧 ΔP_0 における最大換気率 [1 回/日^{※3}]

ΔP_1 : 実風速時の建屋差圧 [2.6mmH₂O]

(1985年10月～1986年9月に敷地内で観測した地上高10m風速の累積出現頻度97%にあたる風速10.2m/sにおいて発生する差圧)

ΔP_0 : 設計建屋差圧 [6.4mmH₂O^{※3}]

※2 「59-11 原子炉制御室の居住性に係る被ばく評価について」の「添付資料2 中央制御室の居住性（重大事故対策）に係る被ばく評価について」の「2-12 原子炉建屋から大気中への放射性物質の漏えい率の設定について」を参照。

※3 5号炉原子炉建屋の設計値（換気率1回/日以下で建屋内負圧6.4mmH₂Oを維持可能であることを）を参照した。

c. 評価コード

5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）の隣接区画内に取り込まれた放射性物質からのガンマ線による単位時間当たりの被ばくは、以下の評価式により求めた値に、評価点周りの遮蔽による遮蔽効果を踏まえて評価した。

遮蔽効果はQAD-CGGP2Rコードを用いて評価した。ビルドアップ係数は「放射線施設のしゃへい計算実務マニュアル 2007」（公益財団法人 原子力安全技術センター）に記載されている値をlog-log内挿することにより求めた。

$$H = 6.2 \times 10^{-14} \cdot E_{\gamma} \cdot (1 - e^{-\mu R}) \cdot C_{\gamma}(t)$$

H : 時刻 t におけるガンマ線による外部被ばくの単位時間当たりの実効線量 [mSv/s]

E_{γ} : ガンマ線の実効エネルギー (0.5) [MeV]

μ : 空気に対するガンマ線の線エネルギー吸収係数 [1/m]

R : 室内容積と同じ容積をもつ半球の半径 [m]

$C_{\gamma}(t)$: 時刻 t における室内の放射能濃度 [Bq/m³]

(ガンマ線 0.5MeV 換算)

(2). 5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）内に取り込まれた放射性物質による被ばく

事故期間中に大気中に放出された放射性物質の一部は、以下のいずれかの経路により5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）内に取り込まれる。

- ・可搬型陽圧化空調機のフィルタを經由して流入する経路
- ・フィルタを經由せず直接流入する経路

5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）内に取り込まれた放射性物質による被ばくは、5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）内の放射性物質濃度を基に、放射性物質からのガンマ線による外部被ばく及び放射性物質の吸入摂取による内部被ば

くを評価した。5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）内に取り込まれた放射性物質による被ばく評価の主な評価条件を表 5-1-1 に示す。

a. 放射性物質の濃度

5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）内の放射性物質濃度は、可搬型陽圧化空調機の効果及び外気の直接流入を考慮し評価した。ここで、外気直接流入時における5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）内の放射性物質濃度の評価式は、5.1(1)b. で用いたものと同じとした。

可搬型陽圧化空調機による陽圧化時における5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）内の放射性物質濃度は以下の式で評価した。

$$m_k(t) = \frac{M_k(t)}{V}$$

$$\frac{dM_k(t)}{dt} = -\lambda_k \cdot M_k(t) - \frac{G}{V} \cdot M_k(t) + \left(1 - \frac{E_k}{100}\right) \cdot G \cdot S_k(t)$$

$$S_k(t) = (\chi/Q) \cdot Q_k(t)$$

$m_k(t)$: 時刻 t における核種 k の室内の放射能濃度 [Bq/m³]

$M_k(t)$: 時刻 t における核種 k の室内の放射能量 [Bq]

V : 空調バウンダリ内容積 [m³]

λ_k : 核種 k の崩壊定数 [1/s]

G : 可搬型陽圧化空調機の風量 [m³/s]

E_k : 可搬型陽圧化空調機のフィルタの除去効率 [%]

$S_k(t)$: 時刻 t における核種 k の外気の放射能濃度 [Bq/m³]^{※1}

χ/Q : 相対濃度 [s/m³]

$Q_k(t)$: 時刻 t における核種 k の放出率 [Bq/s]

※1 可搬型陽圧化空調機の吸気口は5号炉原子炉建屋内に設置するが、ここでは外気を吸気するものとして評価を行った。

大気中への放出率は、中央制御室の居住性（重大事故）に係る被ばく評価で使用した値を用いた。また、相対濃度は表 3-1 の値を用いた。

b. 評価体系及び評価式

評価体系及び評価式は、「61-10 緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価について」の「2. 5号炉原子炉建屋内緊急時対策所」の「添付資料10 空気ポンベ陽圧化装置による陽圧化開始が遅延することによる影響について」と同様とした。

表 5-1-1 5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）内に取り込まれた放射性物質による被ばくの評価条件

項目	評価条件	選定理由
5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）への外気の直接流入率	0～58h : 0.64回/日 58～168h : 0回/日	<ul style="list-style-type: none"> 58h以降は、可搬型陽圧化空調機により、5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）を陽圧化し、フィルタを経由しない空気の直接流入を防止できる設計としている。 可搬型陽圧化空調機により陽圧化していない期間は、5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）に外気が直接流入するものとした。なお、外気の直接流入率は、「5.1(1).b.」で用いた5号炉原子炉建屋の換気率と同じ値を用いた。
可搬型陽圧化空調機の風量	0～58h : 0m ³ /h 58～168h : 1200m ³ /h	運用を基に設定
可搬型陽圧化空調機の高性能粒子フィルタの除去効率	希ガス : 0% 無機よう素 : 0% 有機よう素 : 0% 放射性微粒子 : 99.9%	設計値を基に設定
可搬型陽圧化空調機のチャコール・フィルタの除去効率	希ガス : 0% 無機よう素 : 99.9% 有機よう素 : 99.9% 放射性微粒子 : 0%	同上
5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）の空調パウダリ体積	3257m ³	同上
ガンマ線による全身に対する外部被ばく線量評価時の自由体積	3257m ³	同上
マスクの着用	考慮しない	5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）は、マスクを外して滞在できる設計とするため。
安定よう素剤の服用	考慮しない	保守的に考慮しないものとした

5.2. 移動式待機場所

(1). 放射性雲中の放射性物質からのガンマ線による被ばく

放射性雲中の放射性物質からのガンマ線（クラウドシャインガンマ線）による被ばくは、放射性物質の放出量、大気拡散の効果及び移動式待機場所の壁面（天井面、床面、側面）による遮蔽効果を考慮し評価した。

a. 評価体系

クラウドシャインガンマ線に対する遮蔽モデルを図 5-2-1 に示す。移動式待機場所は、全面（天井面、床面、側面）が鉛厚 相当以上の放射線減衰性能を持つ遮蔽設計としていることから、評価点を囲む遮蔽厚さは鉛厚 とした。

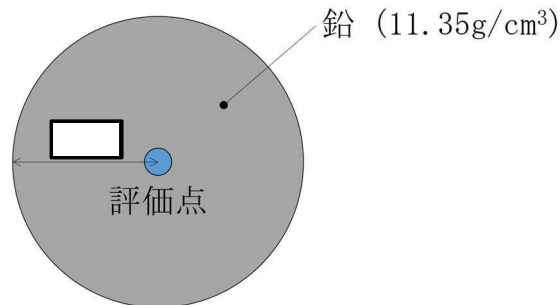


図 5-2-1 クラウドシャインガンマ線に対する遮蔽モデル

b. 評価式

評価式は、「61-10 緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価について」の「2. 5号炉原子炉建屋内緊急時対策所」の「添付資料 7 放射性雲中の放射性物質からのガンマ線による被ばくの評価方法について」と同様の評価式を用いた。

(2). 移動式待機場所内に取り込まれた放射性物質による被ばくの評価方法について

移動式待機場所は、重大事故時には可搬型陽圧化空調機により居住空間を陽圧化し、フィルタを経由しない外気の流入を防止する運用としている。可搬型陽圧化空調機により取り込まれた放射性物質による被ばくは 5.1.(2).a. と同じ方法で評価した。

主な評価条件を表 5-2-1 に示す。

表 5-2-1 移動式待機場所内に取り込まれた放射性物質による被ばくの評価条件

項目	評価条件	選定理由
移動式待機場所内への外気の直接流入率	0～36h : ※ 36～168h : 0 回/日	・可搬型陽圧化空調機により移動式待機場所を陽圧化し、フィルタを経由しない外気の流入を防止できる設計としている。
可搬型陽圧化空調機の風量	0～36h : 0m ³ /h 36～168h : 100m ³ /h	・可搬型陽圧化空調機は、格納容器ベントの実施前に起動する。 ・可搬型陽圧化空調機の起動時間については、今後の訓練による検証を踏まえて確定していく。
可搬型陽圧化空調機の高性能粒子フィルタの除去効率	希ガス : 0% 無機よう素 : 0% 有機よう素 : 0% 放射性微粒子 : 99.9%	設計値を基に設定
可搬型陽圧化空調機のチャコール・フィルタの除去効率	希ガス : 0% 無機よう素 : 99.9% 有機よう素 : 99.9% 放射性微粒子 : 0%	同上
移動式待機場所の空調バウンダリ体積	30m ³	同上
ガンマ線による全身に対する外部被ばく線量評価時の自由体積	30m ³	同上
マスクの着用	考慮しない	移動式待機場所は、マスクを外して滞在できる設計とするため。
安定よう素剤の服用	考慮しない	保守的に考慮しないものとした

※ 可搬型陽圧化空調機により移動式待機場所を陽圧化していない期間は外気が直接流入すると想定される。ただし、本評価においては格納容器ベントの実施前には外気濃度はゼロと想定しているため、格納容器ベントの実施前における「移動式待機場所内への外気の直接流入率」は設定していない。

6. 評価結果

5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）及び移動式待機場所の被ばくの評価結果を図6-1及び図6-2に示す。

評価の結果、被ばくに係る要件のうち、「プルーム通過時間（格納容器ベント実施後10時間）経過後に、 1mSv/h 以下の線量率となること」については移動式待機場所が満足し、「事故発生後7日（168時間）時点で 0.2mSv/h 以下の線量率となること」については、5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）及び移動式待機場所が満足することを確認した。

各グラフは最新の評価結果

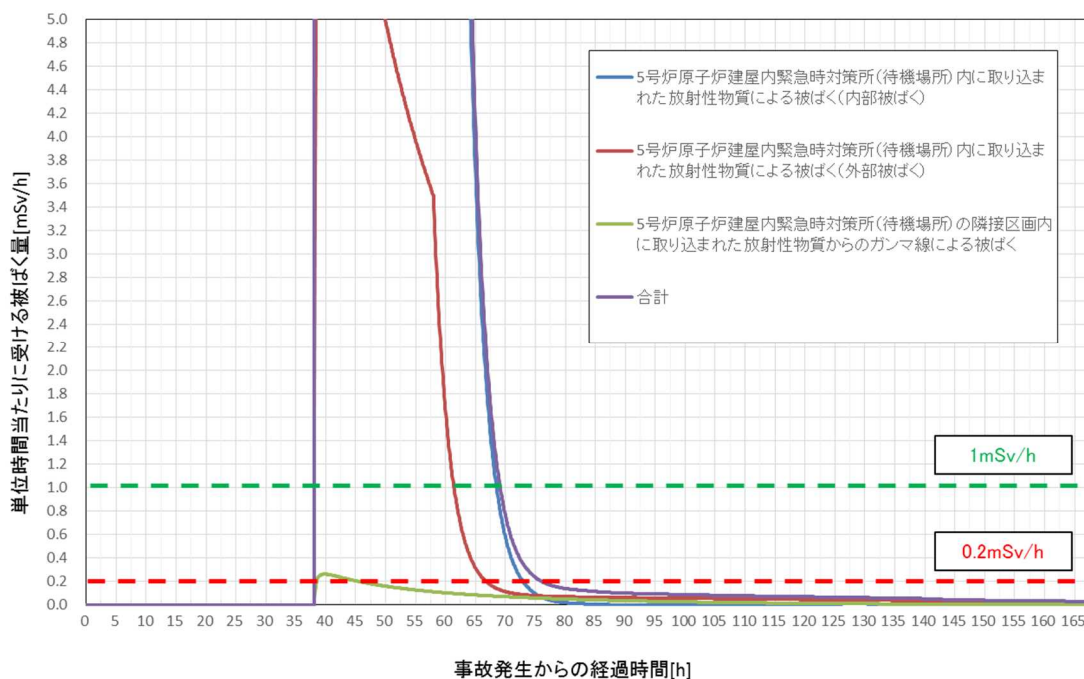


図 6-1 5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）における被ばく

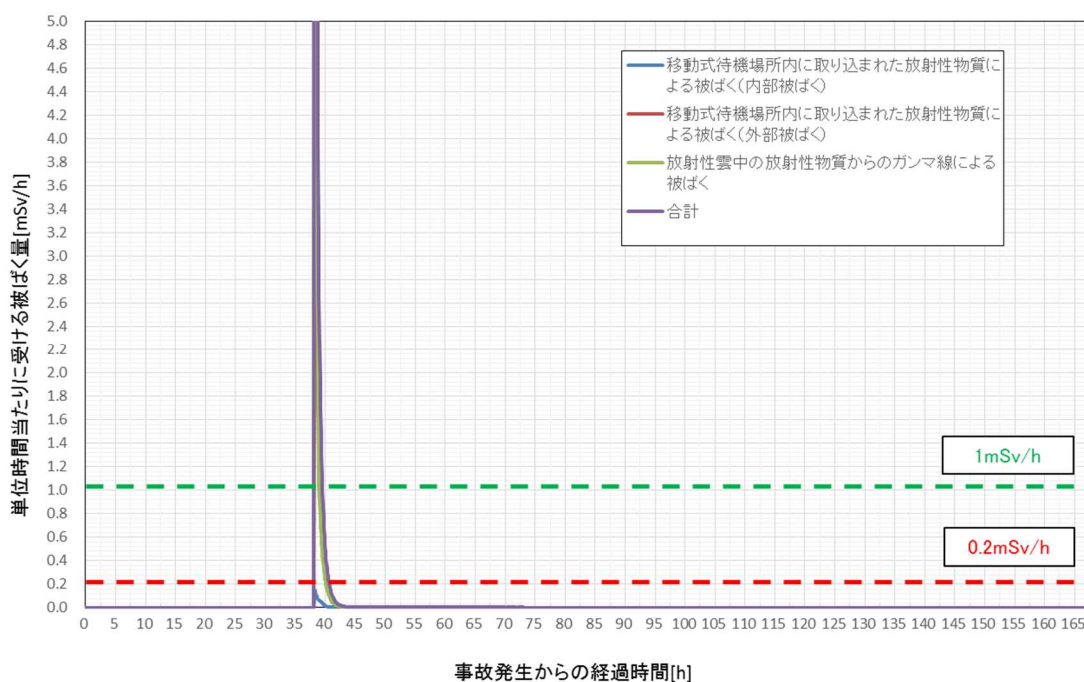


図 6-2 移動式待機場所における被ばく