

別紙 33 格納容器ベント実施に伴う現場作業の線量影響について

格納容器ベント実施に伴う現場作業は、放射線環境下での作業となることから、作業の成立性を確認するために各作業場所における線量影響を評価する。

なお、中央制御室又は現場のいずれにおいても同等の操作が可能な場合については、高線量環境が予想される現場での作業線量のみについて記載する。

線量影響の評価に当たっては、「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」（以下「審査ガイド」という。）を参照した。

1. 想定する作業と作業時間帯、作業エリア

ここでは格納容器ベント実施に伴う作業を評価対象とする。格納容器ベントの実施前及び実施後における作業の作業場所、作業時間帯及び評価時間を第 1-1 表及び第 1-7 図から第 1-17 図に示す。

各作業の評価時間には、作業場所への往復時間を含めた。格納容器ベント実施後の屋外の各作業の往復時間における被ばく評価に当たっては、移動中における線量率が作業場所（線源となるよう素フィルタ等の近傍）における線量率よりも小さいことを考慮し、作業場所よりも線量影響が小さい場所にいるものとして評価した。

格納容器ベント実施前の屋外及び屋内の各作業の被ばく評価に当たっては、作業場所を代表評価点とし、移動時間を含めて作業場所にいるものとして評価した。ただし、フィルタベント大気放出ラインドレン弁の閉操作の被ばく評価に当たっては、移動中は屋内、作業中は屋外にいるものとして評価した。

第1-1表 格納容器ベント実施前後の作業

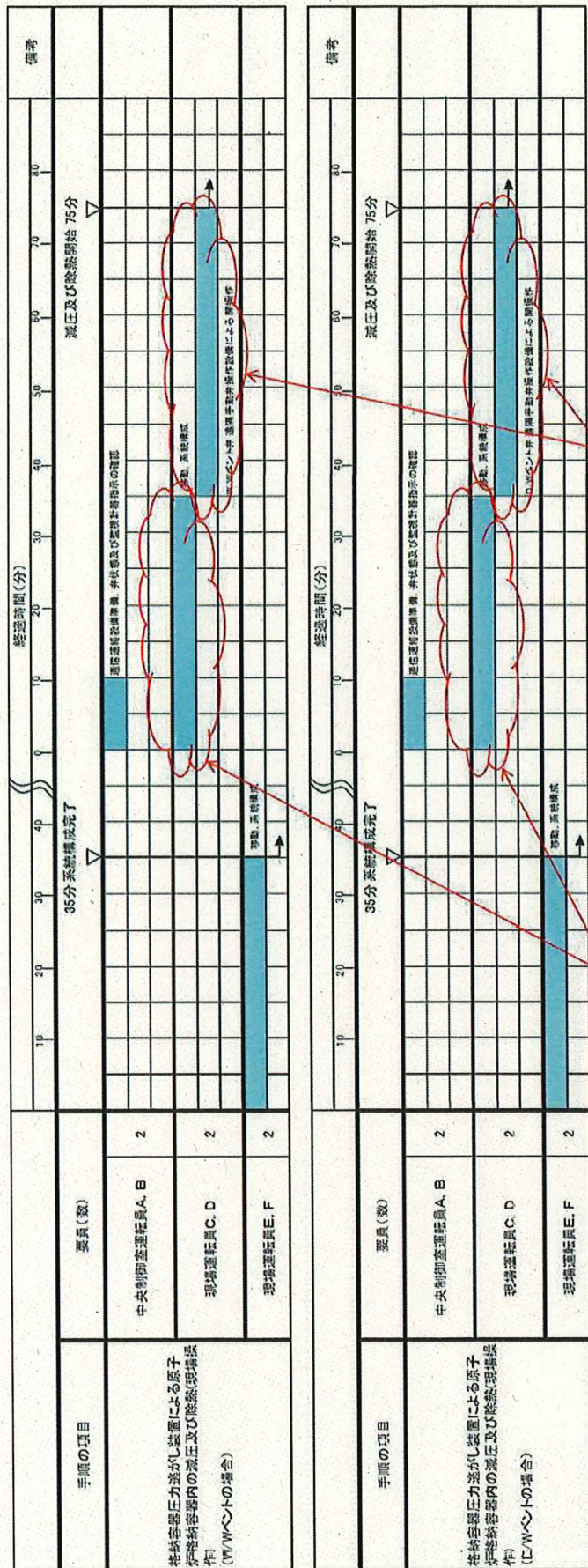
	格納容器ベント実施前の作業				格納容器ベント実施後の作業				
	フィルタベント 大気放出ライン ドレン弁の閉操作	SGTS側PCVベント 用水素ガスベント 止め弁の開操作	二次隔離弁の 開操作	フィルタ装置 ドレン移送 ポンプ水張り	一次隔離弁の 開操作	フィルタ装置 水位調整 (水抜き)	フィルタ装置 スクラバ水 pH調整	ドレン移送 ライン 窒素ガスバージ	ドレンタンク 水抜き
作業開始時間 (事象発生後)	屋外 (原子炉建屋屋上)	屋内 (二次格納施設外)	屋内	屋外	屋内 (二次格納施設外)	屋外	屋外	屋外	屋外
	4時間後～ 約38時間後	4時間後～ 約38時間後	4時間後～ 約38時間後	約36時間後～ 約37時間後	ベント実施時刻 (約38時間後)	W/Wベント時 ^{※1} : 63時間後 ^{※1} D/Wベント時 ^{※1} : 79時間後 ^{※1}	W/Wベント時: 33時間後以降 D/Wベント時: 79時間後以降	168時間後以降 ^{※2}	
評価時間 ^{※3}	移動20分 作業5分	移動20分 作業5分	移動20分 作業5分	移動20分 作業35分	移動20分 作業40分	1班: 移動20分 作業10分 2班: 移動20分 作業5分 3班: 移動55分 作業25分 ^{※4} 4班: 移動20分 作業15分	1班: 移動55分 作業15分 ^{※4} 2班: 移動20分 作業10分 3班: 移動20分 作業10分 4班: 移動20分 作業10分	1班: 移動20分 作業10分 2班: 移動20分 作業10分 3班: 移動20分 作業10分	

※1 スクラバ水の上限水位到達時間の評価結果から、水位調整に要する作業時間に余裕を見込み3時間を差し引き設定

※2 ドレンタンク内凝縮水量の評価結果を参照

※3 「実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準」への適合状況についての1.7で示すタイムチャートを踏まえて整理。評価時間には作業場所への往復時間を含め、タイムチャートに記載がない場合は片道10分と仮定した。第1-1図から第1-6図に各評価時間の設定根拠を示す。

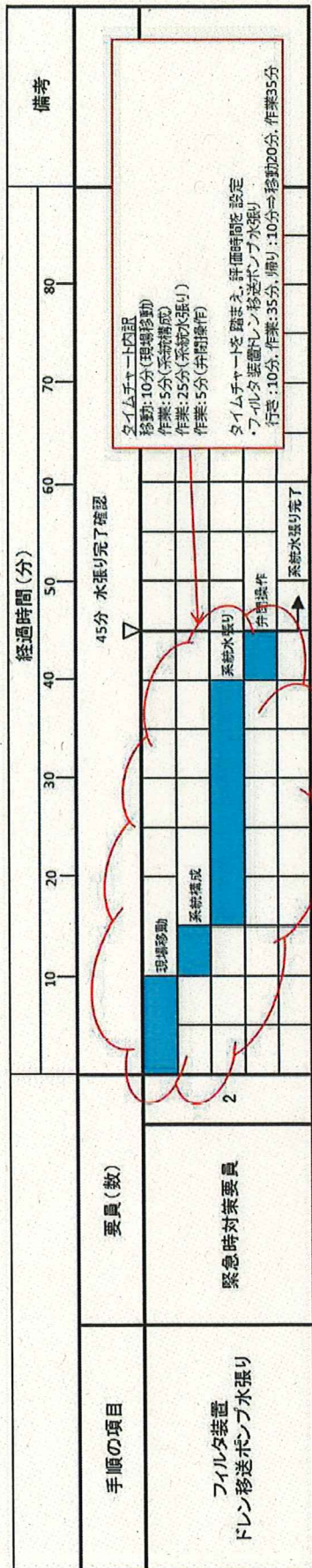
※4 作業時間のうち10分は高台での作業であることから、移動中の評価と同様に、作業場所（線源となるよう素フィルタ等の近傍）よりも線量影響が小さい場所にいるものとして評価した。



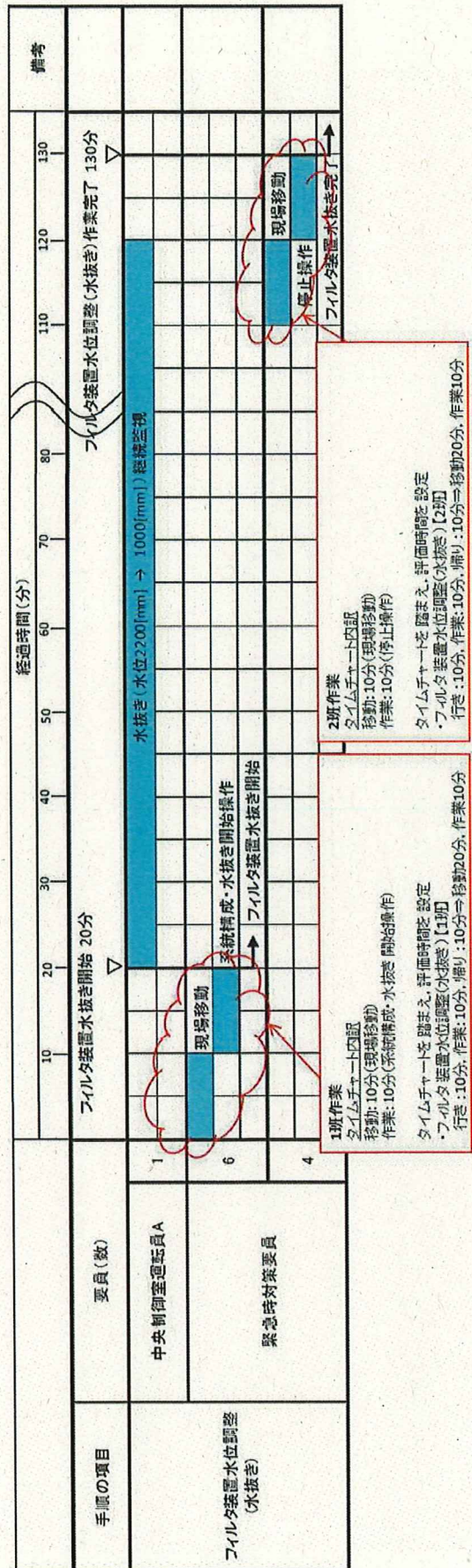
タイムチャート内訳
 作業: 40分ベント弁 遠隔手動弁操作設備による開操作
 タイムチャートを踏まえ、評価時間を設定
 ・一次隔離弁の開操作
 行き: 10分、作業: 40分、戻り: 10分 ⇒ 移動20分、作業40分

タイムチャート内訳
 移動: 10分
 作業: 2分(フィルタベント大気放出ラインの弁の開操作)
 移動: 2分
 作業: 1分(SGTS側PCVベント用水素ガスベント止め弁の開操作)
 移動: 2分
 作業: 5分(二次隔離弁の開操作)
 移動: 5分
 合計: 27分 ⇒ 余裕を見て35分
 タイムチャートを踏まえ、評価時間を設定
 ・フィルタベント大気放出ラインの弁の開操作
 行き: 10分、作業: 5分、戻り: 10分 ⇒ 移動20分、作業5分
 ・SGTS側PCVベント用水素ガスベント止め弁の開操作
 行き: 10分、作業: 5分、戻り: 10分 ⇒ 移動20分、作業5分
 ・二次隔離弁の開操作
 行き: 10分、作業: 5分、戻り: 10分 ⇒ 移動20分、作業5分

第 1-1 図 格納容器圧力逃がし装置による原子炉格納容器内の減圧及び除熱 (現場操作) タイムチャート (W/Wベントの場合) 及び (D/Wベントの場合)

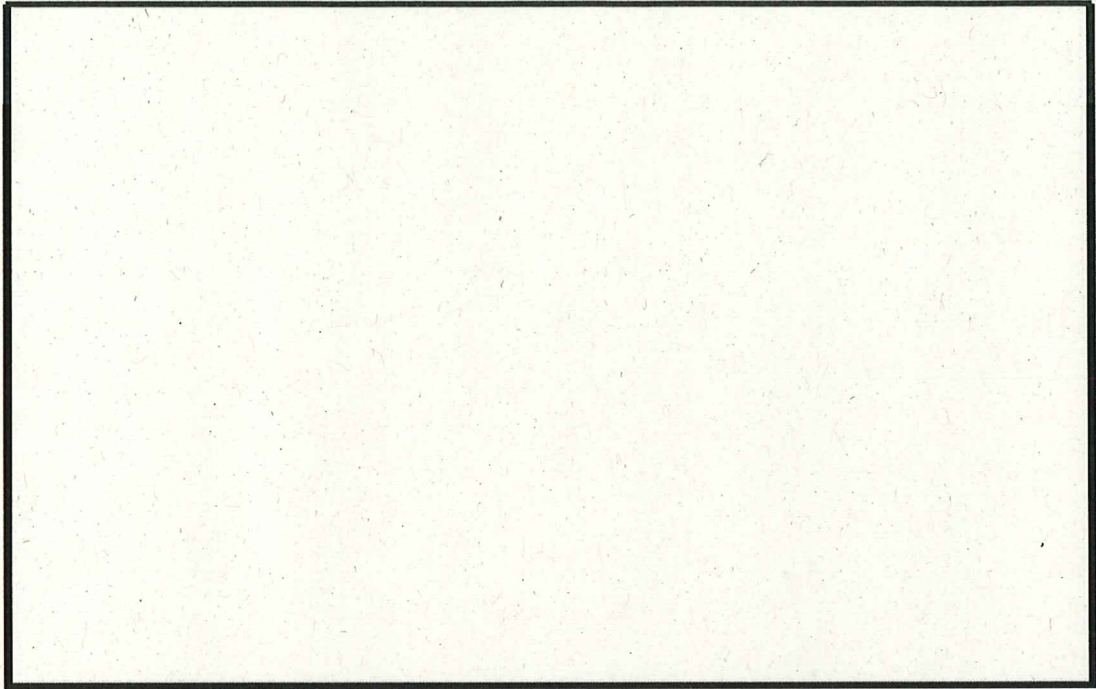


第1-2図 フィルタ装置ドレン移送ポンプ水張り タイムチャート

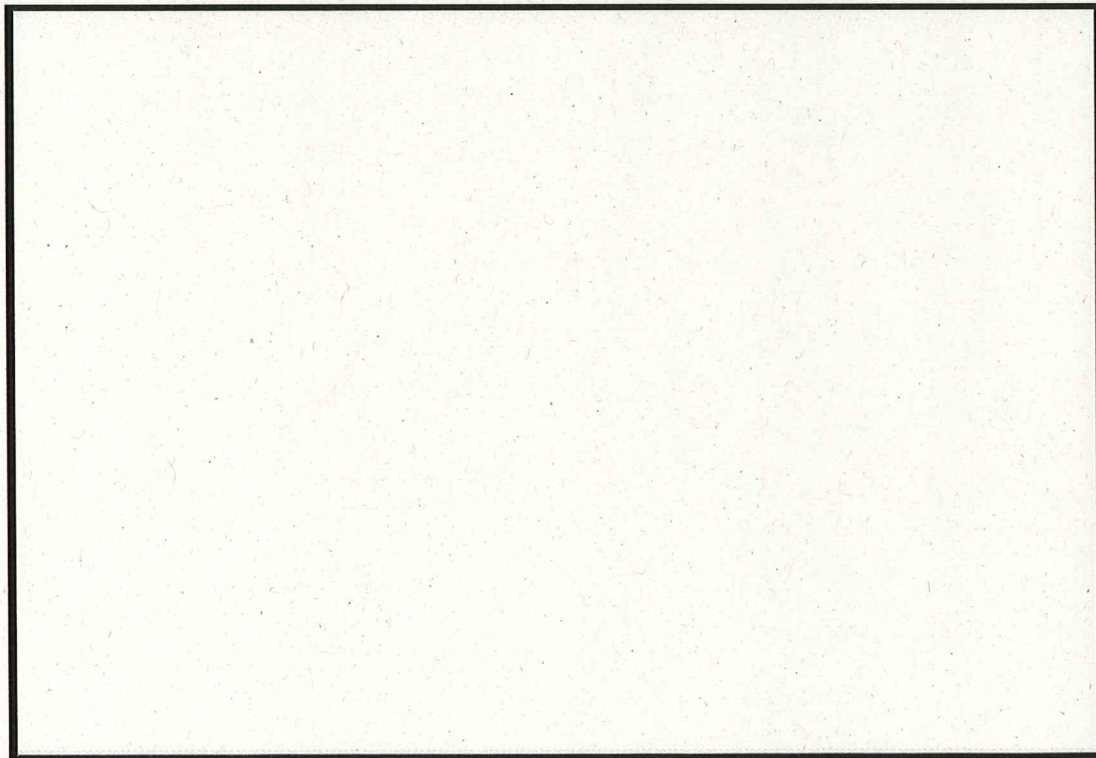


第1-3図 フィルタ装置水位調整(水抜き) タイムチャート

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。

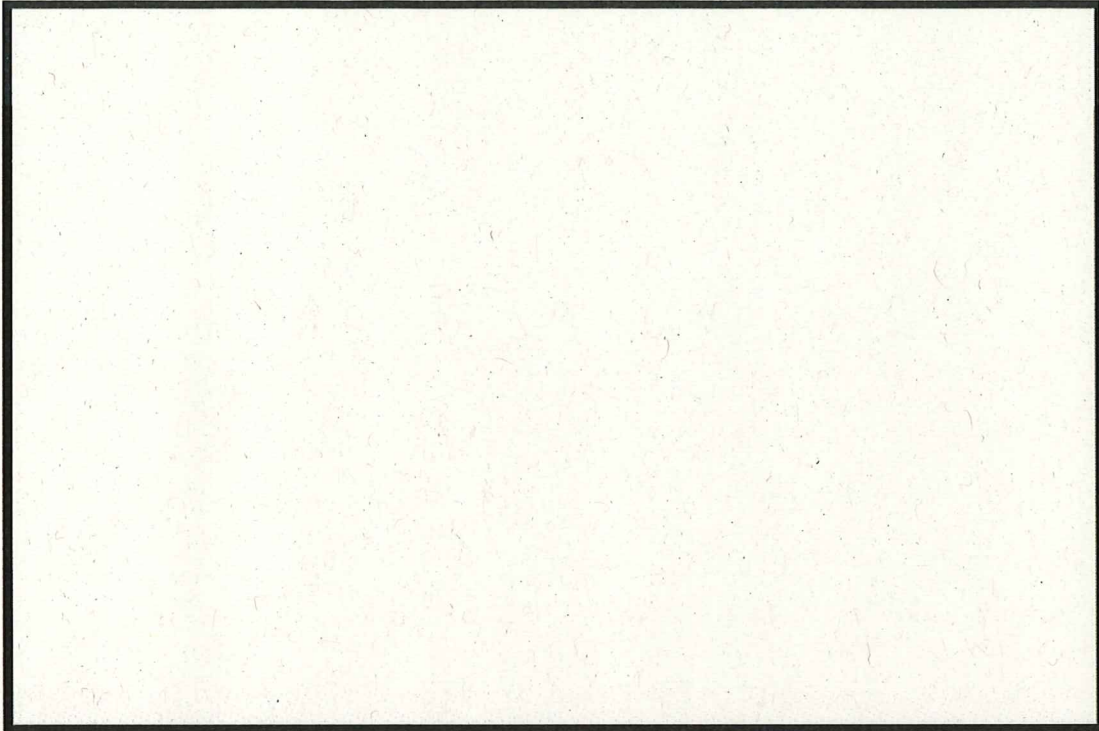


第 1-7 図 6 号炉屋内遮蔽壁等（原子炉建屋地下 1 階）

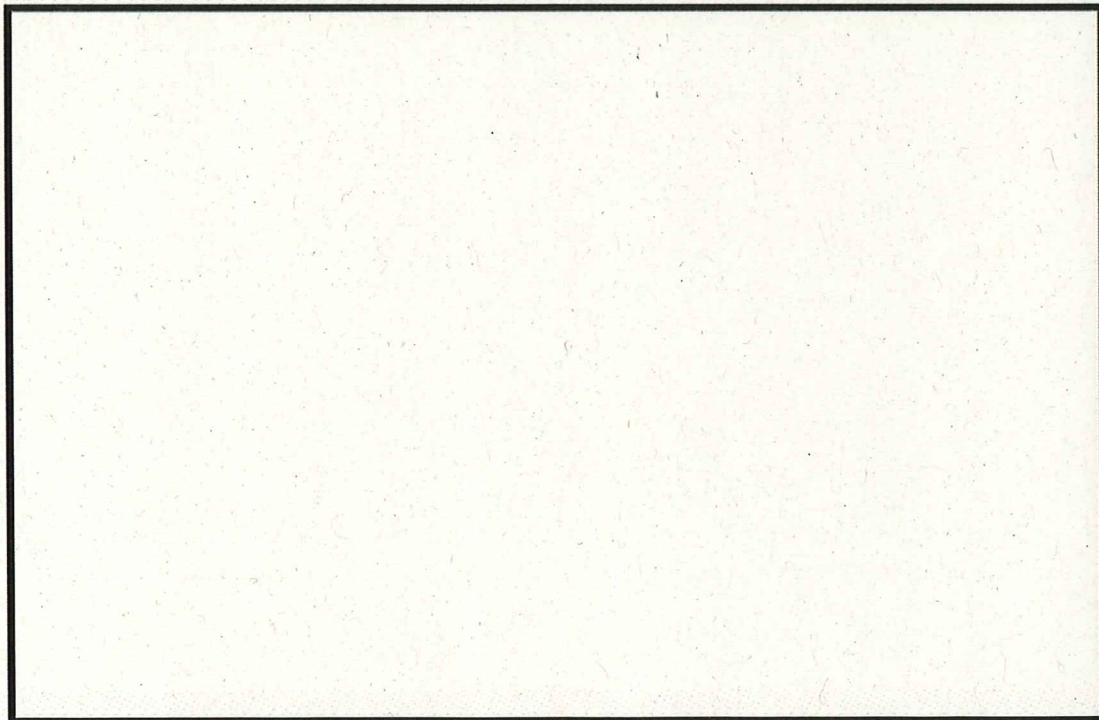


第 1-8 図 6 号炉屋内遮蔽壁等（原子炉建屋地下 1 階（中間階））

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。

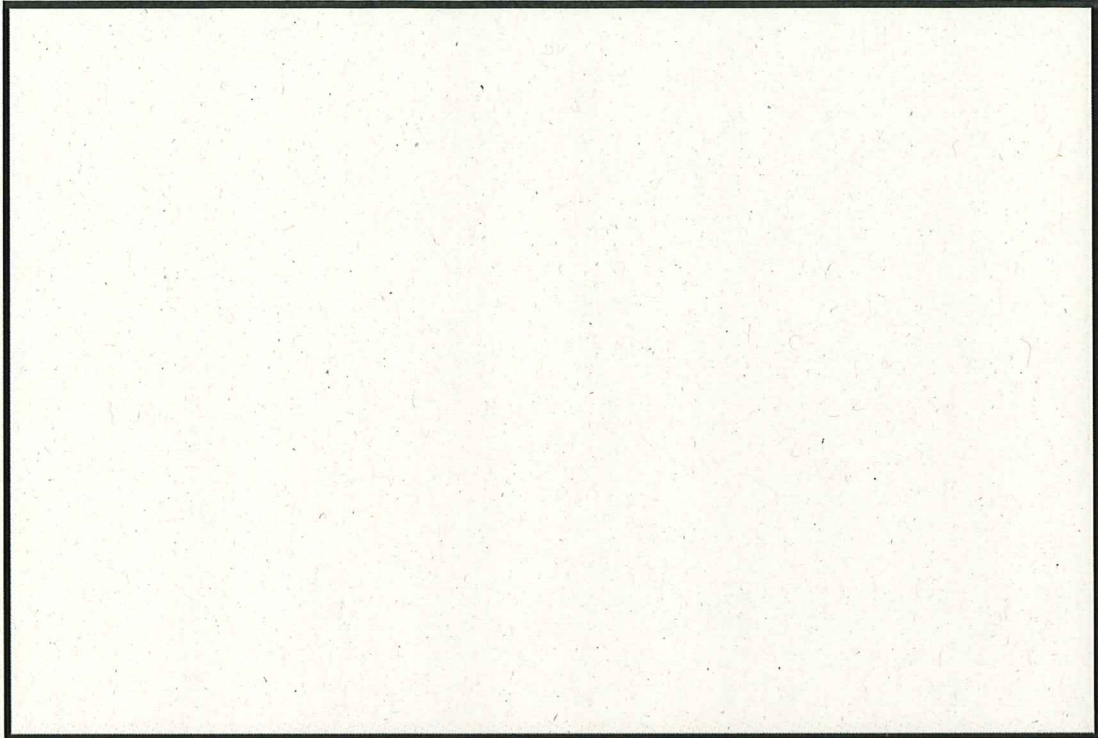


第 1-9 図 6号炉屋内遮蔽壁等（原子炉建屋 2 階）

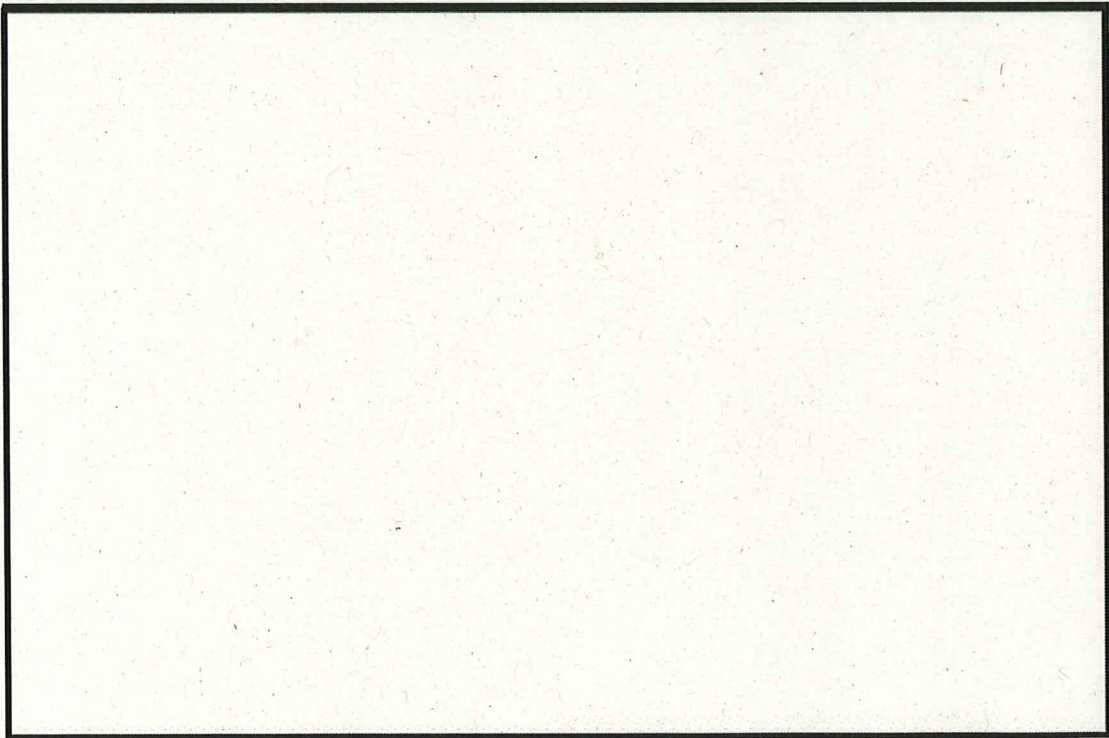


第 1-10 図 6号炉屋内遮蔽壁等（原子炉建屋 3 階）

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。

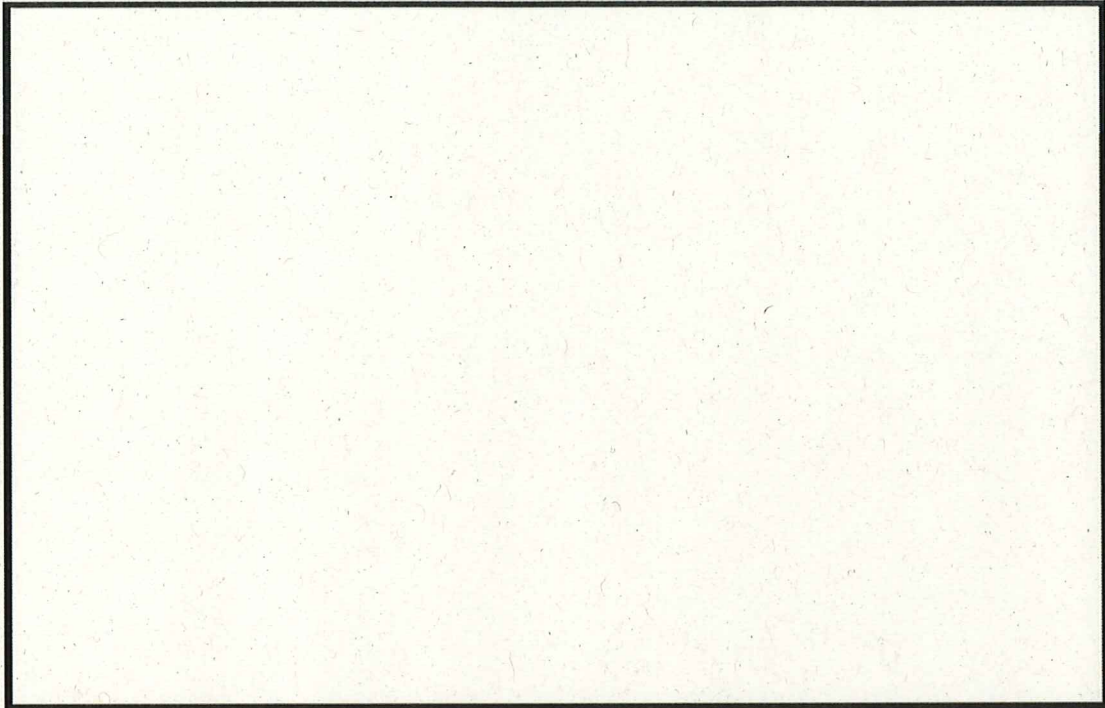


第 1-11 図 6 号炉屋内遮蔽壁等 (原子炉建屋 3 階 (中間階))

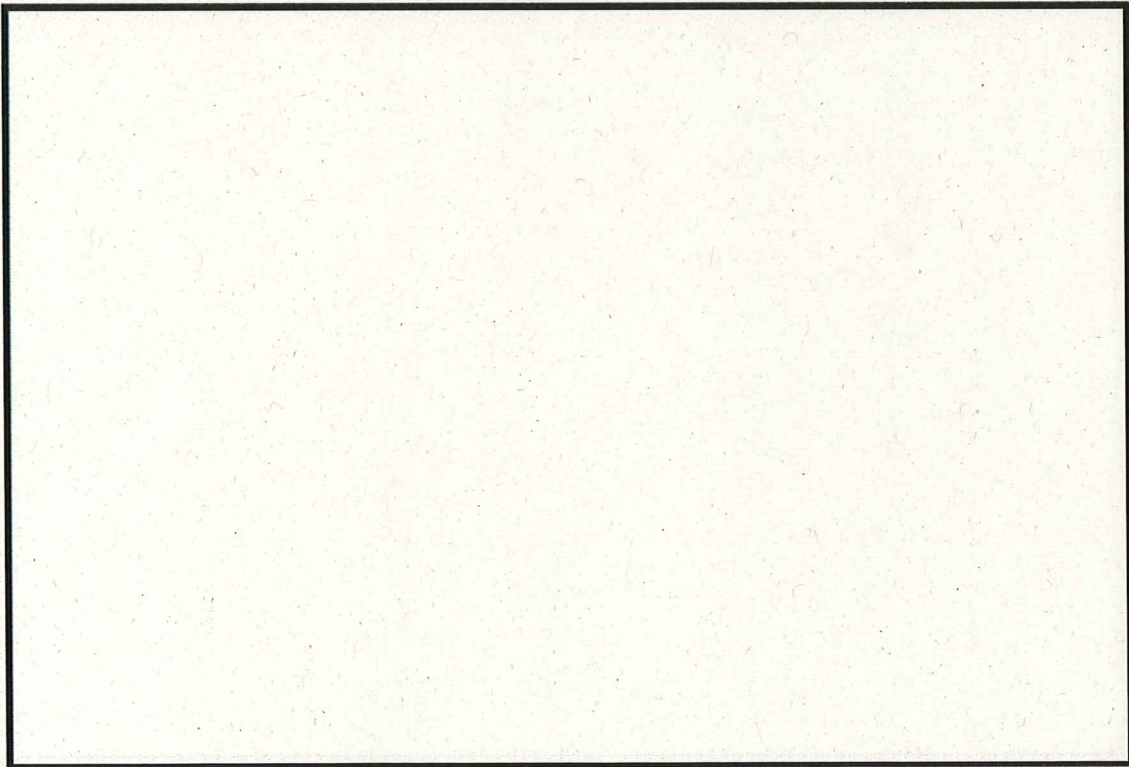


第 1-12 図 6 号炉屋外作業場所

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。

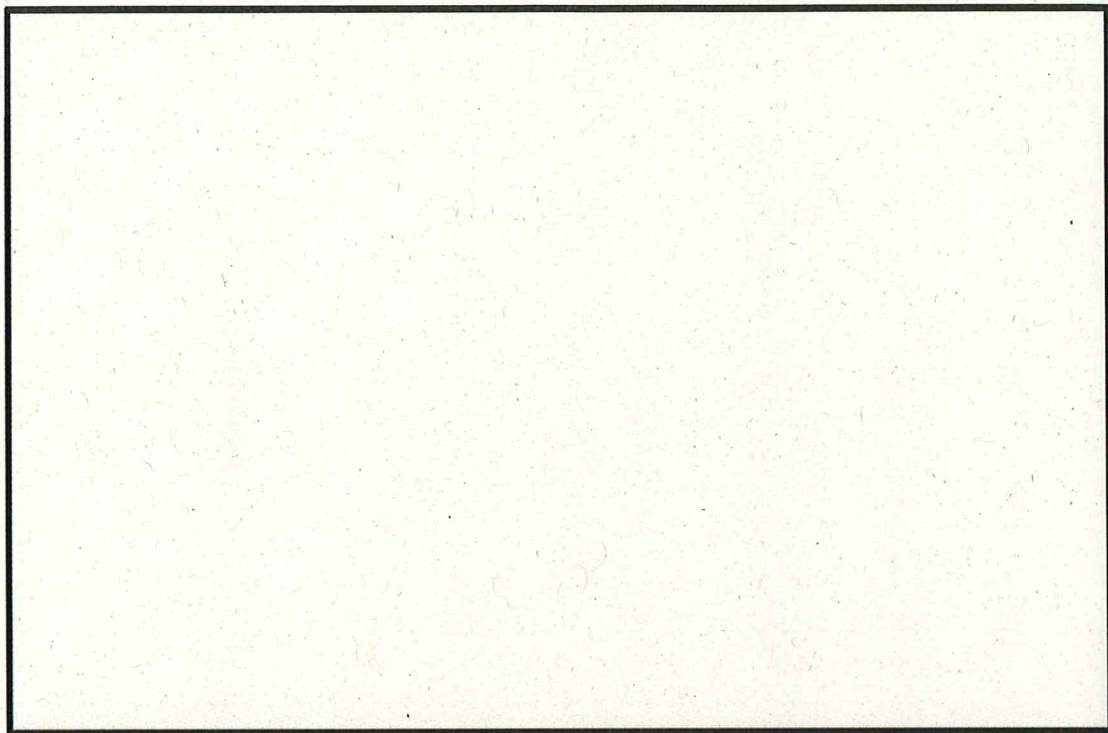


第 1-13 図 7 号炉屋内遮蔽壁等 (原子炉建屋地下 1 階)

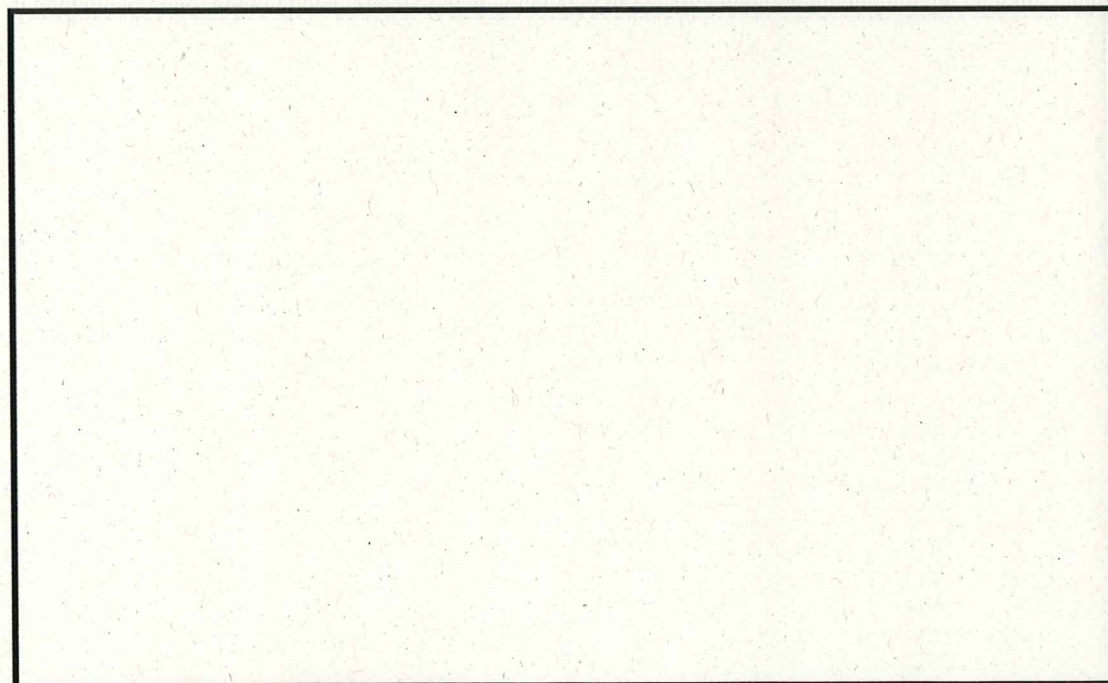


第 1-14 図 7 号炉屋内遮蔽壁等 (原子炉建屋地下 1 階 (中間階))

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。

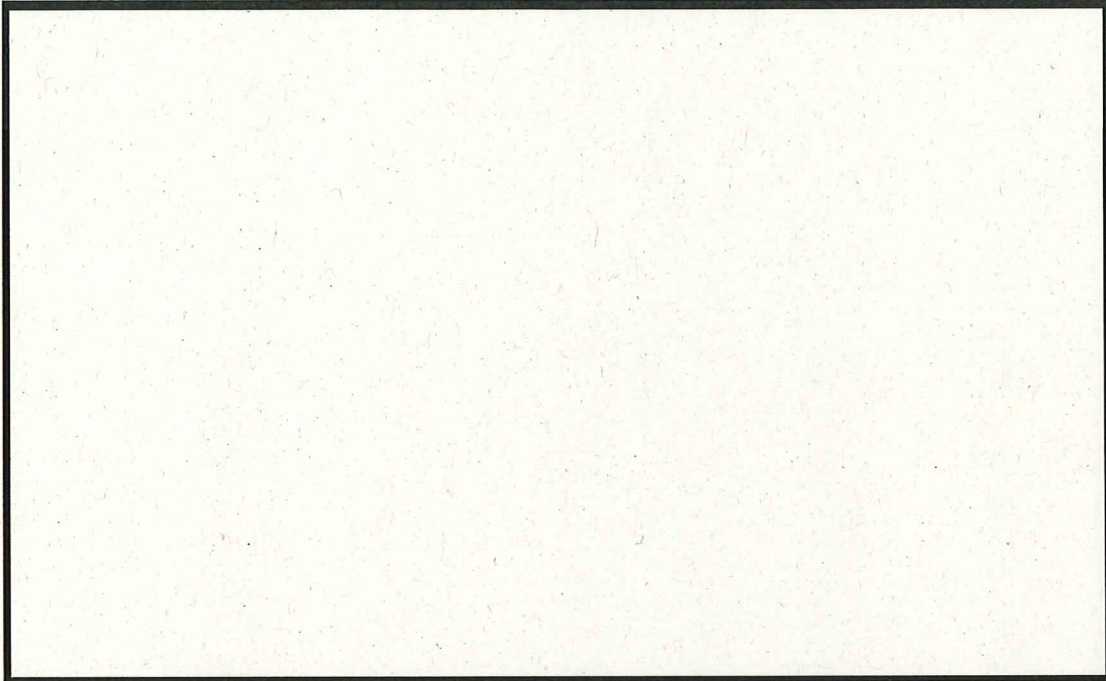


第 1-15 図 7 号炉屋内遮蔽壁等 (原子炉建屋 2 階)



第 1-16 図 7 号炉屋内遮蔽壁等 (原子炉建屋 3 階 (中間階))

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。



第 1-17 図 7 号炉屋外作業場所

2. 想定シナリオ

想定シナリオは以下のとおりとした。

- ・ 発災プラント：6号及び7号炉
- ・ 想定事象：大破断 LOCA+ECCS 注水機能喪失+全交流動力電源喪失
- ・ 以下の4ケースについて評価^{※1}
 - 6号炉：W/W ベント，7号炉：代替循環冷却系により事象収束に成功
 - 6号炉：代替循環冷却系により事象収束に成功，7号炉：W/W ベント
 - 6号炉：D/W ベント，7号炉：代替循環冷却系により事象収束に成功
 - 6号炉：代替循環冷却系により事象収束に成功，7号炉：D/W ベント

※1 柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉においては、原子炉格納容器破損防止対策に係る有効性評価における雰囲気圧力・温度による静的負荷のうち、原子炉格納容器過圧の破損モードにおいて想定している「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したシーケンス」においても、格納容器ベントを実施することなく事象を収束することのできる代替循環冷却系を整備している。したがって、仮に6号及び7号炉において同時に重大事故が発生したと想定する場合であっても、第一に両号炉において代替循環冷却系を用いて事象を収束することとなる。しかしながら、被ばく評価においては、片方の号炉において代替循環冷却に失敗することも考慮し、当該号炉において格納容器圧力逃がし装置を用いた格納容器ベントを想定する。格納容器ベントに至る事故シーケンスとしては、前述の「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したシーケンス」を選定した。なお、よう素放出量の低減対策として導入した原子炉格納容器内 pH 制御については、その効果に期待しないものとした。

3. 放出放射能量

大気中への放出放射能量は、中央制御室の居住性（炉心の著しい損傷）に係る被ばく評価^{※1}と同様の評価方法にて評価した。なお、D/W ベント時には、ベントライン経由で放出される無機よう素に対しサプレッション・プールのスクラビング効果を見込まないものとした。

評価結果を第3-1表から第3-3表に示す。

※1 「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（炉心の著しい損傷）に係る被ばく評価について」を参照。

第3-1表 大気中への放出放射エネルギー (7日間積算値)
 (代替循環冷却系により事象を収束することを想定する場合)

核種類	停止時炉内内蔵量 [Bq] (gross 値)	放出放射エネルギー[Bq] (gross 値) (単一号炉)
		原子炉建屋から大気中への放出
希ガス類	約 2.6×10^{19}	約 3.8×10^{17}
よう素類	約 3.4×10^{19}	約 1.6×10^{16}
Cs 類	約 1.3×10^{18}	約 3.9×10^{13}
Te 類	約 9.5×10^{18}	約 2.9×10^{13}
Ba 類	約 2.9×10^{19}	約 2.8×10^{13}
Ru 類	約 2.9×10^{19}	約 4.6×10^{12}
Ce 類	約 8.9×10^{19}	約 3.5×10^{12}
La 類	約 6.5×10^{19}	約 8.2×10^{11}

第3-2表 大気中への放出放射エネルギー (7日間積算値)
 (W/W ベントの実施を想定する場合)

核種類	停止時炉内 内蔵量[Bq] (gross 値)	放出放射エネルギー[Bq] (gross 値) (単一号炉)	
		格納容器圧力逃がし装置及び よう素フィルタを経由した放出	原子炉建屋から 大気中への放出
希ガス類	約 2.6×10^{19}	約 7.8×10^{18}	約 1.3×10^{17}
よう素類	約 3.4×10^{19}	約 6.4×10^{15}	約 7.5×10^{15}
Cs 類	約 1.3×10^{18}	約 3.4×10^9	約 4.0×10^{13}
Te 類	約 9.5×10^{18}	約 2.4×10^9	約 3.3×10^{13}
Ba 類	約 2.9×10^{19}	約 2.3×10^9	約 3.0×10^{13}
Ru 類	約 2.9×10^{19}	約 3.7×10^8	約 5.0×10^{12}
Ce 類	約 8.9×10^{19}	約 3.0×10^8	約 4.1×10^{12}
La 類	約 6.5×10^{19}	約 6.6×10^7	約 8.8×10^{11}

第3-3表 大気中への放出放射エネルギー (7日間積算値)
(D/W ベントの実施を想定する場合)

核種類	停止時炉内 内蔵量[Bq] (gross 値)	放出放射エネルギー[Bq] (gross 値) (単一号炉)	
		格納容器圧力逃がし装置及び よう素フィルタを経由した放出	原子炉建屋から 大気中への放出
希ガス類	約 2.6×10^{19}	約 6.6×10^{18}	約 1.4×10^{17}
よう素類	約 3.4×10^{19}	約 6.1×10^{15}	約 8.0×10^{15}
Cs 類	約 1.3×10^{18}	約 5.1×10^{12}	約 4.4×10^{13}
Te 類	約 9.5×10^{18}	約 3.4×10^{12}	約 3.6×10^{13}
Ba 類	約 2.9×10^{19}	約 3.4×10^{12}	約 3.3×10^{13}
Ru 類	約 2.9×10^{19}	約 5.4×10^{11}	約 5.5×10^{12}
Ce 類	約 8.9×10^{19}	約 4.3×10^{11}	約 4.5×10^{12}
La 類	約 6.5×10^{19}	約 9.6×10^{10}	約 9.7×10^{11}

4. 大気拡散評価

大気拡散評価の条件は、評価点、着目方位、実効放出継続時間を除き、中央制御室の居住性（炉心の著しい損傷）に係る被ばく評価と同じとした。

放射性物質の大気拡散評価で用いた放出点、評価点並びに評価結果を第4-1表に示す。また、主な評価条件を第4-2表に示す。

なお、評価点は、全方位（16方位）に対し10m刻みで評価点を変更した大気拡散評価を行い、最大の評価結果を与える評価点を選定した。このため、作業エリア全域に対し、第4-1表に示す相対濃度及び相対線量を適用することは保守的な結果を与える。

第4-1表 相対濃度及び相対線量

評価点	放出点及び放出点高さ※	相対濃度 [s/m ³]	相対線量 [Gy/Bq]
屋内及び 屋外の 作業エリア	6号炉格納容器圧力逃がし装置配管 (地上40.4m)	1.0×10^{-3}	7.4×10^{-18}
	7号炉格納容器圧力逃がし装置配管 (地上39.7m)	1.0×10^{-3}	7.4×10^{-18}
	6号炉原子炉建屋中心 (地上0m)	2.1×10^{-3}	7.4×10^{-18}
	7号炉原子炉建屋中心 (地上0m)	2.1×10^{-3}	7.4×10^{-18}
	6号炉主排気筒 (地上73m)	6.8×10^{-4}	4.9×10^{-18}
	7号炉主排気筒 (地上73m)	6.8×10^{-4}	4.9×10^{-18}

※放出点高さは、放出エネルギーによる影響は未考慮。

5. 評価経路

被ばく経路の概念図を第5-1図及び第5-2図に示す。

6. 評価方法

(1) 原子炉建屋外での作業

a. 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

原子炉建屋内の放射性物質からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による実効線量は、原子炉建屋内の放射性物質の積算線源強度、施設の位置、遮蔽構造、評価点の位置等を踏まえて評価した。直接ガンマ線についてはQAD-CGGP2Rコードを用い、スカイシャインガンマ線についてはANISNコード及びG33-GP2Rコードを用いて評価した。

- b. 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による外部被ばくは、事故期間中の大気中への放射性物質の放出量を基に大気拡散効果を踏まえ評価した。
- c. 放射性雲中の放射性物質を吸入摂取することによる被ばく
放射性雲中の放射性物質を吸入摂取することによる内部被ばくは、事故期間中の大気中への放射性物質の放出量及び大気拡散効果を踏まえ評価した。なお、評価に当たってはマスクの着用を考慮した。
- d. 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
地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線による外部被ばくは、事故期間中の大気中への放射性物質の放出量を基に、大気拡散効果、地表面沈着効果を踏まえて評価した。
- e. 格納容器圧力逃がし装置のフィルタ装置及び配管並びによろ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
格納容器圧力逃がし装置のフィルタ装置及び配管並びによろ素フィルタ内の放射性物質による作業エリアでの被ばくは、放射性物質からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による実効線量を、作業エリアの位置、線源の位置と形状並びに線源を囲む壁等によるガンマ線の遮蔽効果を考慮して評価した。直接ガンマ線の評価には、QAD-CGGP2R コードを用い、スカイシャインガンマ線の評価には、QAD-CGGP2R コード及び G33-GP2R コードを用いた。

(2) 原子炉建屋内での作業

- a. 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
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は、作業エリアの放射性物質濃度が外気と同濃度^{※1}になると仮定し、サブマージョンモデルを用いて評価した。なお、サブマージョンモデルでの計算に用いる空間容積は、6号及び7号炉の一次隔離弁、二次隔離弁及びSGTS側PCVベント用水素ガスベント止め弁の作業エリアの空間容積を包絡する値 を設定した。
- b. 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による外部被ばくは、事故期間

中の大気中への放射性物質の放出量を基に、大気拡散効果と建屋による遮蔽効果を踏まえて評価した。

c. 原子炉建屋内の放射性物質を吸入摂取することによる被ばく

原子炉建屋内の放射性物質を吸入摂取することによる内部被ばくは、作業エリアの放射性物質濃度が外気と同濃度^{※1}になると仮定して評価した。なお、評価に当たってはマスクの着用を考慮した。

d. 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

地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線による外部被ばくは、原子炉建屋外壁が十分厚いことから影響は軽微であるとし、評価の対象外とした。

e. 格納容器圧力逃がし装置の配管内の放射性物質からのガンマ線による被ばく

原子炉建屋内の配管内の放射性物質による作業エリアでの被ばくは、配管内の放射性物質からの直接ガンマ線による実効線量を、作業エリアの位置、配管の位置と形状並びに作業エリアを囲む壁等によるガンマ線の遮蔽効果を考慮し評価した。評価に当たっては、QAD-CGGP2R コードを用いた。

なお、格納容器圧力逃がし装置のフィルタ装置及びよう素フィルタ並びに屋外の配管内の放射性物質からのガンマ線による外部被ばくは、原子炉建屋外壁が十分厚いことから影響は軽微であるとし、評価の対象外とした。また、原子炉建屋内の配管においても、配管と作業エリアとの間に十分厚い遮蔽が存在する場合は、影響は軽微であるとし評価の対象外とした。

※1 格納容器ベント実施時に原子炉建屋屋上から放出されたベント流体は、熱エネルギーを持つため放出後に上昇し、さらに周囲の風場の影響を受け原子炉建屋から時間と共に離れてゆくものと考えられる。また、ベント流体の放出口（6号炉：地上40.4m、7号炉：地上39.7m）と一次隔離弁の開操作場所（W/Wベント時： D/Wベント時： ）は少なくとも30m程度の高低差があることから、放出されたベント流体が一次隔離弁の開操作場所に直接流入することはほとんど無いものと考えられる。このことから、一次隔離弁の開操作に伴う被ばくの評価においては、ベント流体が原子炉建屋内に流入することによる影響を考慮しないものとした。

7. 評価条件

大気中への放出量及び大気拡散評価以外に関する主な評価条件を第 7-1 表及び第 7-2 表に示す。

8. 評価結果

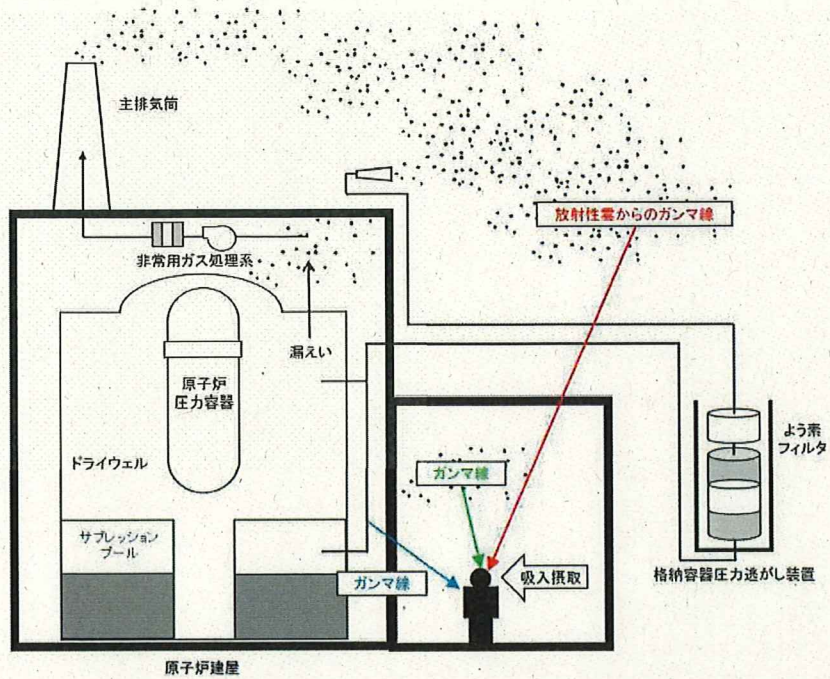
格納容器ベント (W/W ベント) の実施前及び実施後の作業における被ばく線量の評価結果を第 8-1 表, 第 8-2 表に示す。また, 格納容器ベント (D/W ベント) の実施前及び実施後の作業における被ばく線量の評価結果を第 8-3 表, 第 8-4 表に示す。

最も被ばく線量が大きくなる作業においても約 81mSv となった。したがって, 緊急時作業に係る線量限度 100mSv に照らしても, 作業可能であることを確認した。

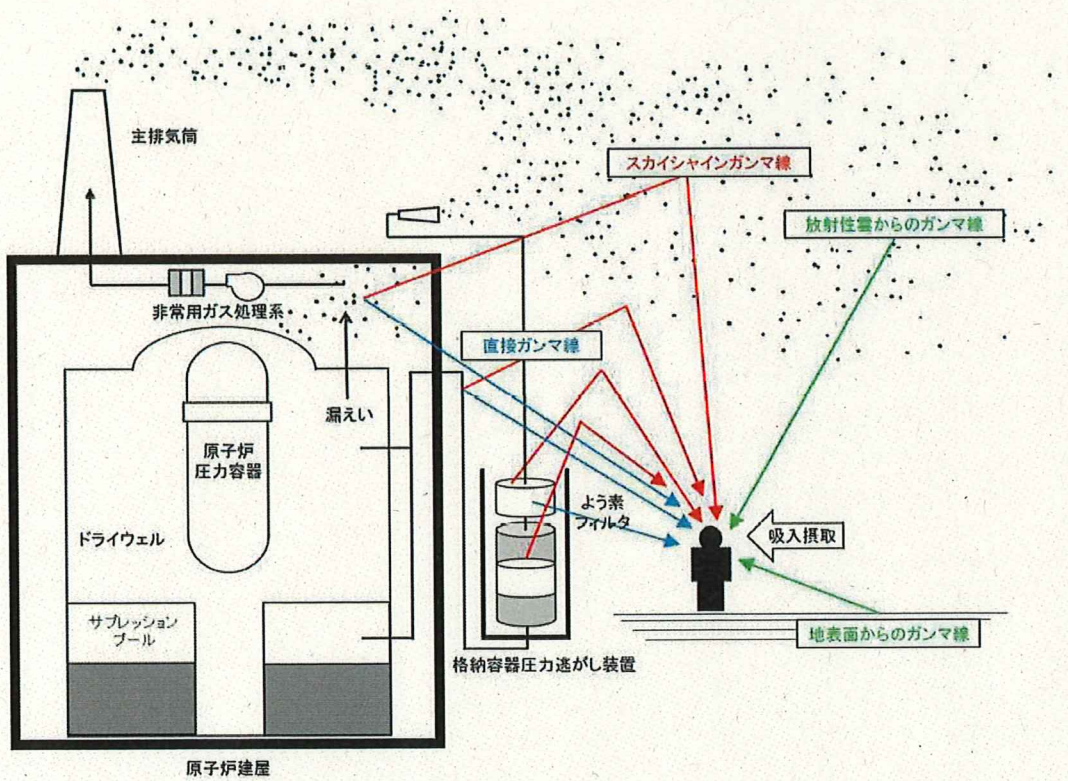
なお, 第 8-1 表から第 8-4 表の評価結果は, 第 1-1 表に示す各作業の作業開始時間の範囲のうち, 評価結果が最も大きくなる時間帯で作業を実施した場合の被ばく線量を記載しており, その他の時間帯における被ばく線量は前述の評価結果以下となる。したがって, 第 1-1 表に示す各作業の作業開始時間の範囲においては, いずれの時間帯においても作業可能である^{※2}。

また, 炉心損傷前ベント後に炉心損傷の兆候が見られた場合における隔離弁の閉操作等の作業については, 当該作業に係る被ばく線量が, 炉心損傷後の格納容器ベントに伴う作業時の被ばくに包含されるものと考えられるため, 作業可能である。

※2 本被ばく評価では, 非常用ガス処理系が停止した時点で, 二次格納施設の換気率は無限大[回/日]となり, それまで二次格納施設内に閉じ込められていた放射性物質が一瞬にして屋外に放出されるという想定をしている。そのため, 非常用ガス処理系の停止直後において, 屋内及び屋外の作業環境は非常に厳しいものになるが, 被ばく評価に当たって, この期間における作業実施を想定することは過度に保守的であると考えられる。したがって, 非常用ガス処理系が停止してから 5 分間は評価対象期間外とした。



第5-1図 被ばく経路概念図（原子炉建屋内）



第5-2図 被ばく経路概念図（原子炉建屋外）

第4-2表 放射性物質の大気拡散評価条件(1/2)

項目	評価条件	選定理由
大気拡散 評価モデル	ガウスプルームモデル	審査ガイドを参照
気象データ	柏崎刈羽原子力発電所における1年間の 気象データ(1985年10月～1986年9月)	建屋影響を受ける大気拡散評価 を行うため保守的に地上風(地 上約10m)の気象データを使用 審査ガイドに示されたとおり、 発電所において観測された1年 間の気象データを使用
実効放出 継続時間	<p>【6号炉】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・6号炉格納容器圧力逃がし装置配管 相対濃度：1時間，相対線量：1時間 ・6号炉原子炉建屋 相対濃度：1時間，相対線量：1時間 ・6号炉主排気筒 相対濃度：10時間，相対線量：10時間 <p>【7号炉】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・7号炉格納容器圧力逃がし装置配管 相対濃度：1時間，相対線量：1時間 ・7号炉原子炉建屋 相対濃度：1時間，相対線量：1時間 ・7号炉主排気筒 相対濃度：10時間，相対線量：10時間 	審査ガイドを参照
累積出現頻度	小さい方から累積して97%	審査ガイドを参照
建屋巻き込み	考慮する	放出点から近距離の建屋の影響 を受けるため、建屋による巻き 込み現象を考慮
巻き込みを 生じる 代表建屋	6号炉原子炉建屋 及び 7号炉原子炉建屋	放出源であり、巻き込みの影響 が最も大きい建屋として設定

第 4-2 表 放射性物質の大気拡散評価条件 (2/2)

項目	評価条件	選定理由
放出源及び 放出源高さ	<p>【6号炉】</p> <p>6号炉格納容器圧力逃がし装置配管 ：地上 40.4m</p> <p>6号炉原子炉建屋：地上 0m</p> <p>6号炉主排気筒：地上 73m</p> <p>【7号炉】</p> <p>7号炉格納容器圧力逃がし装置配管 ：地上 39.7m</p> <p>7号炉原子炉建屋：地上 0m</p> <p>7号炉主排気筒：地上 73m</p>	<p>実高さを参照。</p> <p>なお、放出エネルギーによる影響は未考慮。</p>
放射性物質濃度 の評価点	<p>全方位 (16 方位) に対し、放出点からの距離を 10m 刻みで変更した大気拡散評価を行い、最大の評価結果を与える方位及び距離を選定</p>	<p>大気拡散評価の評価結果が、作業エリア全域に適用可能となるよう保守的に設定</p>
着目方位	<p>全方位</p>	<p>大気拡散評価の評価結果が作業エリア全域に適用可能となるよう保守的に設定</p>
建屋投影面積	<p>1931m²</p>	<p>審査ガイドに示された評価方法を参照し設定。風向に垂直な投影面積のうち最も小さいもの。</p>
形状係数	<p>1/2</p>	<p>審査ガイドに示された評価方法を参照し設定</p>

第 7-1 表 防護措置

項目	評価条件	選定理由
マスクによる防護係数	<p>1000</p>	<p>着用を考慮し、期待できる防護係数として設定した</p>
ヨウ素剤	<p>考慮しない</p>	<p>保守的に考慮しないものとした</p>
防護服	<p>考慮しない</p>	<p>同上</p>

第7-2表 線量換算係数及び地表面への沈着速度等

項目	評価条件	選定理由
線量換算係数	成人実効線量換算係数使用 (主な核種を以下に示す) I-131 : 2.0×10^{-8} Sv/Bq I-132 : 3.1×10^{-10} Sv/Bq I-133 : 4.0×10^{-9} Sv/Bq I-134 : 1.5×10^{-10} Sv/Bq I-135 : 9.2×10^{-10} Sv/Bq Cs-134 : 2.0×10^{-8} Sv/Bq Cs-136 : 2.8×10^{-9} Sv/Bq Cs-137 : 3.9×10^{-8} Sv/Bq 上述の核種以外の核種は ICRP Publication71 及び ICRP Publication72 に基づく	ICRP Publication71 及び ICRP Publication72 に基づく
呼吸率	1.2m ³ /h	ICRP Publication71に基づく成人活動時の呼吸率を設定
地表への沈着速度	エアロゾル粒子 : 0.5cm/s 無機よう素 : 0.5cm/s 有機よう素 : 1.7×10^{-3} cm/s 希ガス : 沈着なし	湿性沈着を考慮し設定
配管内, フィルタ内の線源強度の評価で用いる放射性物質の付着割合	【配管内】 希ガス : 0% 有機よう素 : 0% 無機よう素 : 10%/100m 粒子状放射性物質 : 10%/100m	NUREG/CR-4551 を参照し, 付着量を設定する主要なパラメータとして沈着速度に着目して, 配管内面への沈着割合を設定。配管 100m 当たり, 配管に流入する放射性物質の 10%が付着するものとした。
	【フィルタ装置】 希ガス : 0% 有機よう素 : 0% 無機よう素 : 100% 粒子状放射性物質 : 100% 【よう素フィルタ】 希ガス : 0% 有機よう素 : 100% 無機よう素 : 100% 粒子状放射性物質 : 0%	フィルタ内の線源強度を保守的に見積もるために, 設計上フィルタで除去できる放射性物質については, フィルタに流入する全量が付着するものとした。なお, フィルタへの流入量の評価に当たっては, 配管内への付着による放射性物質の除去効果を考慮しないものとした。

第8-1表 6号炉の格納容器ベント(W/Wベント)実施に伴う被ばく評価結果(単位:mSv)

評価内容	格納容器ベント実施前の作業				格納容器ベント実施後の作業			
	フィルタベント 大気放出ライン ドレン弁の開操作 ^{※1} 屋外 (原子炉建屋屋上)	SGTS側PCVベント 用水素ガスベント 止め弁の開操作 ^{※1} 屋内 (二次格納施設外)	二次隔離弁の 開操作 ^{※1} 屋内 (二次格納施設外)	フィルタ装置 ドレン移送ポンプ 水張り 屋外	一次隔離弁の 開操作(S/C側) 屋内 (二次格納施設外)	フィルタ装置 水位調整 (水抜き) ^{※2} 屋外	フィルタ装置 スクラバ水 pH調整 ^{※2} 屋外	ドレン移送ライン 窒素ガス パージ ^{※2} 屋外
原子炉建屋内に浮遊する放射性物質からのガンマ線による外部被ばく	約 3.1×10 ⁰	約 1.7×10 ⁰	約 1.7×10 ⁰	約 4.1×10 ⁰	約 3.8×10 ⁰ ^{※3}	約 2.3×10 ⁰	約 1.8×10 ⁰	約 1.0×10 ⁰
放射性雲中の放射性物質からのガンマ線による外部被ばく	約 1.1×10 ⁰	0.1以下	0.1以下	約 1.2×10 ¹	約 4.7×10 ⁰	約 6.0×10 ⁰	約 5.2×10 ⁰	約 5.0×10 ⁻¹
放射性物質を吸入摂取することによる内部被ばく ^{※4}	約 5.6×10 ⁻¹	約 6.4×10 ⁻¹	約 6.4×10 ⁻¹	約 1.5×10 ⁰	約 1.4×10 ⁰	約 3.0×10 ⁻¹	約 2.6×10 ⁻¹	0.1以下
地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線による外部被ばく	約 4.5×10 ⁰	— ^{※5}	— ^{※5}	約 2.7×10 ¹	— ^{※5}	約 2.1×10 ¹	約 1.8×10 ¹	約 5.2×10 ⁰
フィルタ及び配管内の放射性物質からのガンマ線による被ばく	— ^{※5}	— ^{※5}	— ^{※5}	— ^{※5}	約 1.1×10 ¹	約 4.5×10 ¹	約 2.0×10 ¹	約 1.2×10 ¹
被ばく線量	約 9.3mSv	約 2.4mSv	約 2.4mSv	約 45mSv	約 21mSv	1班:約 38mSv 2班:約 38mSv 3班:約 38mSv 4班:約 62mSv	1班:約 46mSv 2班:約 38mSv 3班:約 38mSv	1班:約 19mSv 2班:約 19mSv

※1 被ばく線量が最も大きくなる時間帯で作業を実施した場合の被ばく線量を記載

※2 被ばく線量の内訳は、被ばく線量が最も大きい班について記載

※3 ベント流体が原子炉建屋内に流入することによる影響は考慮しない。

※4 マスク着用 (PF1000) による防護効果を考慮する。

※5 線源との間に十分な遮蔽があるため、影響は軽微であり、評価の対象外とした。

第8-2表 7号炉の格納容器ベント(W/Wベント)実施に伴う被ばく評価結果(単位:mSv)

評価内容	格納容器ベント実施前の作業					格納容器ベント実施後の作業				
	フィルタベント 大気放出ライン ドレン弁の開操作 ^{※1} 屋外 (原子炉建屋屋上)	SGTS側PCVベント 用水素ガスベント 止め弁の開操作 ^{※1} 屋内 (二次格納施設外)	二次隔離弁の 開操作 ^{※1} 屋内 (二次格納施設外)	フィルタ装置 ドレン移送ポンプ 水張り 屋外	一次隔離弁の 開操作(S/C側) 屋内 (二次格納施設外)	フィルタ装置 水位調整 (水抜き) ^{※2} 屋外	フィルタ装置 スクラバ水 pH調整 ^{※1※2} 屋外	ドレン移送ライン 窒素ガス パーシジ ^{※1※2} 屋外	ドレンタンク 水抜き ^{※1※2} 屋外	
原子炉建屋内に滞留する放射性物質からのガンマ線による外部被ばく	約3.2×10 ⁰	約1.7×10 ⁰	約1.7×10 ⁰	約3.1×10 ⁰	約3.8×10 ⁰ ※3	約3.0×10 ⁰	約2.6×10 ⁰	約1.2×10 ⁰		
放射性雲中の放射性物質からのガンマ線による外部被ばく	約1.1×10 ⁰	0.1以下	0.1以下	約1.2×10 ¹	約4.7×10 ⁰	約6.0×10 ⁰	約5.2×10 ⁰	約5.0×10 ⁻¹		
放射性物質を吸入摂取することによる内部被ばく ^{※4}	約5.6×10 ⁻¹	約6.4×10 ⁻¹	約6.4×10 ⁻¹	約1.5×10 ⁰	約1.4×10 ⁰	約3.0×10 ⁻¹	約2.6×10 ⁻¹	0.1以下		
地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線による外部被ばく	約4.5×10 ⁰	— ^{※5}	— ^{※5}	約2.7×10 ¹	— ^{※5}	約2.1×10 ¹	約1.8×10 ¹	約5.2×10 ⁰		
フィルタ及び配管内の放射性物質からのガンマ線による被ばく	— ^{※5}	— ^{※5}	— ^{※5}	— ^{※5}	0.1以下	約2.8×10 ¹	約2.4×10 ¹	約1.3×10 ¹		
被ばく線量	約9.4mSv	約2.4mSv	約2.4mSv	約44mSv	約10mSv	1班:約39mSv 2班:約39mSv	1班:約50mSv 2班:約39mSv 3班:約39mSv	1班:約20mSv 2班:約20mSv		

※1 被ばく線量が最も大きくなる時間帯で作業を実施した場合の被ばく線量を記載

※2 被ばく線量の内訳は、被ばく線量が最も大きい班について記載

※3 ベント流体が原子炉建屋内に流入することによる影響は考慮しない。

※4 マスク着用(PF1000)による防護効果を考慮する。

※5 納源との間に十分な遮蔽があるため、影響は軽微であり、評価の対象外とした。

第8-3表 6号炉の格納容器ベント(D/Wベント)実施に伴う被ばく評価結果(単位:mSv)

評価内容	格納容器ベント実施前の作業					格納容器ベント実施後の作業				
	フィルタベント 大気放出ライン ドレン弁の閉操作 ^{※1} 屋外 (原子炉建屋屋上)	SGTS側PCVベント 用水素ガスベント 止め弁の開操作 ^{※1} 屋内 (二次格納施設外)	二次隔離弁の 開操作 ^{※1} 屋内 (二次格納施設外)	フィルタ装置 ドレン移送ポンプ 水張り 屋外	一次隔離弁の 開操作(D/W側) 屋内 (二次格納施設外)	フィルタ装置 水位調整 (水抜き) ^{※2} 屋外	フィルタ装置 スクラバ水 pH調整 ^{※1,※2} 屋外	ドレン移送ライン 窒素ガス パージ ^{※1,※2} 屋外	ドレンタンク 水抜き ^{※1,※2} 屋外	
原子炉建屋内に浮遊する放射性物質からのガンマ線による外部被ばく	約 3.2×10 ⁰	約 1.8×10 ⁰	約 1.8×10 ⁰	約 4.3×10 ⁰	約 4.2×10 ⁰ ^{※3}	約 2.3×10 ⁰	約 1.8×10 ⁰	約 1.0×10 ⁰		
放射性雲中の放射性物質からのガンマ線による外部被ばく	約 1.1×10 ⁰	0.1以下	0.1以下	約 1.2×10 ¹	約 2.8×10 ⁰	約 9.0×10 ⁰	約 7.8×10 ⁰	約 4.6×10 ⁻¹		
放射性物質を吸入摂取することによる内部被ばく ^{※1}	約 5.7×10 ⁻¹	約 6.5×10 ⁻¹	約 6.5×10 ⁻¹	約 1.6×10 ⁰	約 1.6×10 ⁰	約 3.5×10 ⁻¹	約 3.0×10 ⁻¹	0.1以下		
地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線による外部被ばく	約 4.5×10 ⁰	— ^{※5}	— ^{※5}	約 2.7×10 ¹	— ^{※5}	約 1.9×10 ¹	約 1.7×10 ¹	約 5.5×10 ⁰		
フィルタ及び配管内の放射性物質からのガンマ線による被ばく	— ^{※5}	— ^{※5}	— ^{※5}	— ^{※5}	約 3.5×10 ⁰	約 4.6×10 ¹	約 2.1×10 ¹	約 1.6×10 ¹		
被ばく線量	約 9.4mSv	約 2.4mSv	約 2.4mSv	約 45mSv	約 12mSv	1班:約 40mSv 2班:約 40mSv	1班:約 48mSv 2班:約 40mSv 3班:約 40mSv	1班:約 23mSv 2班:約 23mSv		

※1 被ばく線量が最も大きくなる時間帯で作業を実施した場合の被ばく線量を記載

※2 被ばく線量の内訳は、被ばく線量が最も大きい班について記載

※3 ベント流体が原子炉建屋内に流入することによる影響は考慮しない。

※4 マスク着用 (PF1000) による防護効果を考慮する。

※5 線源との間に十分な遮蔽があるため、影響は軽微であり、評価の対象外とした。

第8-4表 7号炉の格納容器ベント(D/Wベント)実施に伴う被ばく評価結果(単位:mSv)

評価内容	格納容器ベント実施前の作業					格納容器ベント実施後の作業				
	フィルタベント 大気放出ライン ドレン弁の開操作 ^{※1} (原子炉建屋屋上) 屋外	SGTS側PCVベント 用水素ガスベント 止め弁の開操作 ^{※1} 屋内 (二次格納施設外)	二次隔離弁の 開操作 ^{※1} 屋内 (二次格納施設外)	フィルタ装置 ドレン移送ポンプ 水張り 屋外	一次隔離弁の 開操作(D/W側) 屋内 (二次格納施設外)	フィルタ装置 水位調整 (水抜き) ^{※2} 屋外	フィルタ装置 スクラバ水 pH調整 ^{※1※2} 屋外	ドレン移送ライン 窒素ガス パージ ^{※1※2} 屋外	ドレンタンク 水抜き ^{※1※2} 屋外	
原子炉建屋内に浮遊する放射性物質からのガンマ線による外部被ばく	約3.4×10 ⁰	約1.8×10 ⁰	約1.8×10 ⁰	約3.2×10 ⁰	約4.2×10 ⁰ ※3	約1.1×10 ⁰	約2.6×10 ⁰	約1.2×10 ⁰		
放射性雲中の放射性物質からのガンマ線による外部被ばく	約1.1×10 ⁰	0.1以下	0.1以下	約1.2×10 ¹	約2.8×10 ⁰	約3.6×10 ⁰	約7.8×10 ⁰	約4.6×10 ⁻¹		
放射性物質を吸入摂取することによる内部被ばく ^{※4}	約5.7×10 ⁻¹	約6.5×10 ⁻¹	約6.5×10 ⁻¹	約1.6×10 ⁰	約1.6×10 ⁰	約1.3×10 ⁻¹	約3.0×10 ⁻¹	0.1以下		
地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線による外部被ばく	約4.5×10 ⁰	— ^{※5}	— ^{※5}	約2.7×10 ¹	— ^{※5}	約7.3×10 ⁰	約1.7×10 ¹	約5.5×10 ⁰		
フィルタ及び配管内の放射性物質からのガンマ線による被ばく	— ^{※5}	— ^{※5}	— ^{※5}	— ^{※5}	約5.5×10 ⁰	約2.9×10 ¹	約2.4×10 ¹	約1.7×10 ¹		
被ばく線量	約9.6mSv	約2.4mSv	約2.4mSv	約44mSv	約14mSv	1班:約41mSv 2班:約41mSv	1班:約52mSv 2班:約41mSv 3班:約41mSv	1班:約24mSv 2班:約24mSv		

※1 被ばく線量が最も大きくなる時間帯で作業を実施した場合の被ばく線量を記載

※2 被ばく線量の内訳は、被ばく線量が最も大きい班について記載

※3 ベント流体が原子炉建屋内に流入することによる影響は考慮しない。

※4 マスク着用(PF1000)による防護効果を考慮する。

※5 線源との間に十分な遮蔽があるため、影響は軽微であり、評価の対象外とした。

(参考)

現場作業の線量影響評価における地表面への沈着速度の設定について

現場作業の線量影響評価においては、エアロゾル粒子及び無機よう素の地表面への沈着速度として、乾性沈着及び降水による湿性沈着を考慮した沈着速度 (0.5cm/s^{*1}) を用いている。

以下では、湿性沈着を考慮したエアロゾル粒子及び無機よう素の地表面への沈着速度として 0.5cm/s^{*1} を用いることの適用性について検討を行った。

※1 有機よう素の地表面への沈着速度としては $1.7 \times 10^{-3}\text{cm/s}$

1. 検討手法

上記沈着速度の適用性は、乾性沈着率と湿性沈着率を合計した沈着率の累積出現頻度97%値と乾性沈着率の累積出現頻度97%値の比と、エアロゾル粒子及び無機よう素の乾性沈着速度 (0.3cm/s^{*2}) の積が 0.5cm/s を超えていないことによつて示す。乾性沈着率及び湿性沈着率は以下のように定義される。

※2 乾性沈着速度の設定については、「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（炉心の著しい損傷）に係る被ばく評価について」を参照。

(1) 乾性沈着率

乾性沈着率は、「日本原子力学会標準 原子力発電所の確率論的安全評価に関する実施基準（レベル3PSA編）：2008」（社団法人 日本原子力学会）（以下「学会標準」という。）解説4.7を参考に評価した。「学会標準」解説4.7では、使用する相対濃度は地表面高さ付近としているが、ここでは「原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について（内規）」（原子力安全・保安院 平成21年8月12日）【解説5.3】(1)に従い評価した、放出点高さの相対濃度を用いた。

$$(\chi/Q)_D(x,y,z)_i = V_d \cdot \chi/Q(x,y,z)_i \quad \dots \dots \textcircled{1}$$

$(\chi/Q)_D(x,y,z)_i$: 時刻*i*での乾性沈着率 [$1/\text{m}^2$]

$\chi/Q(x,y,z)_i$: 時刻*i*での相対濃度 [s/m^3]

V_d : 沈着速度 [m/s] (0.003 NUREG/CR-4551
Vol.2より)

(2) 湿性沈着率

降雨時には、評価点上空の放射性核種の地表への沈着は、降雨による影響を受ける。湿性沈着率 $(\chi/Q)_w(x,y)_i$ は「学会標準」解説4.11より以下のように表される。

$$(\chi/Q)_w(x,y)_i = \Lambda_i \cdot \int_0^{\infty} \chi/Q(x,y,z)_i dz = \chi/Q(x,y,0)_i \cdot \Lambda_i \sqrt{\frac{\pi}{2}} \Sigma_{zi} \exp\left[-\frac{h^2}{2\Sigma_{zi}^2}\right] \dots \textcircled{2}$$

$(\chi/Q)_w(x,y)_i$: 時刻*i*での湿性沈着率 $[1/m^2]$

$\chi/Q(x,y,0)_i$: 時刻*i*での地表面高さでの相対濃度 $[s/m^3]$

Λ_i : 時刻*i*でのウォッシュアウト係数 $[1/s]$

($= 9.5 \times 10^{-5} \times Pr_i^{0.8}$ 学会標準より)

Pr_i : 時刻*i*での降水強度 $[mm/h]$

Σ_{zi} : 時刻*i*での建屋影響を考慮した放射性雲の鉛直方向の拡散幅 $[m]$

h : 放出高さ $[m]$

乾性沈着率と湿性沈着率を合計した沈着率の累積出現頻度97%値と、乾性沈着率の累積出現頻度97%値の比は以下で定義される。

乾性沈着率と湿性沈着率を合計した沈着率の累積出現頻度97%値
乾性沈着率の累積出現頻度97%値

$$= \frac{\left(V_d \cdot \chi/Q(x,y,z)_i + \chi/Q(x,y,0)_i \cdot \Lambda_i \sqrt{\frac{\pi}{2}} \Sigma_{zi} \exp\left[-\frac{h^2}{2\Sigma_{zi}^2}\right] \right)_{97\%}}{(V_d \cdot \chi/Q(x,y,z)_i)_{97\%}} \dots \textcircled{3}$$

2. 評価結果

沈着率の評価結果を表1に示す。

乾性沈着率に放出点と同じ高さの相対濃度を用いたとき、乾性沈着率と湿性沈着率を合計した沈着率の累積出現頻度97%値と、乾性沈着率の累積出現頻度97%値の比は1.00～1.54程度となった。

以上より、エアロゾル粒子及び無機よう素の湿性沈着を考慮した沈着速度として、乾性沈着速度の1.54倍（約0.46cm/s）を丸め0.5cm/sと設定することは適切であると考えられる^{※3}。

なお、中央制御室の居住性評価及び緊急時対策所の居住性評価においては、更に保守性を持たせ、沈着速度として1.2cm/sを採用している。

※3 有機よう素の湿性沈着を考慮した沈着速度としては、有機よう素の乾性沈着速度（ 10^{-3} cm/s）に対して上記と同じ倍率（=0.5/0.3）を参照し、値を丸め 1.7×10^{-3} cm/sを採用した。

表1 沈着率評価結果

放出点及び 放出点高さ ^{※4}	相対濃度 [s/m ³]	①乾性沈着率 [1/m ²]	②乾性沈着率 +湿性沈着率 [1/m ²]	比 (②/①)
6号炉格納容器 圧力逃がし装置配管 (地上40.4m)	1.0×10^{-3}	約 3.1×10^{-6}	約 3.5×10^{-6}	約 1.12
7号炉格納容器 圧力逃がし装置配管 (地上39.7m)	1.0×10^{-3}	約 3.1×10^{-6}	約 3.5×10^{-6}	約 1.12
6号炉 原子炉建屋中心 (地上0m)	2.1×10^{-3}	約 6.2×10^{-6}	約 6.2×10^{-6}	約 1.00
7号炉 原子炉建屋中心 (地上0m)	2.1×10^{-3}	約 6.2×10^{-6}	約 6.2×10^{-6}	約 1.00
6号炉主排気筒 (地上73m)	6.8×10^{-4}	約 2.0×10^{-6}	約 3.1×10^{-6}	約 1.54
7号炉主排気筒 (地上73m)	6.8×10^{-4}	約 2.0×10^{-6}	約 3.1×10^{-6}	約 1.54

※4 放出点高さは、放出エネルギーによる影響は未考慮