

本資料のうち、枠囲みの内容は、機密事項に属しますので公開できません。

柏崎刈羽原子力発電所第7号機 工事計画審査資料	
資料番号	KK7 補足-010 改4
提出年月日	2020年1月29日

工事計画に係る補足説明資料（放射線管理施設）

2020年1月
東京電力ホールディングス株式会社

1. 工事計画添付書類に係る補足説明資料
添付書類の記載内容を補足するための資料を以下に示す。

資料 No.	添付書類名称	補足説明資料（内容）	備考
1	放射線管理用計測装置の構成に関する説明書並びに計測範囲及び警報動作範囲に関する説明書	1. プロセスモニタリング設備	2019. 9. 27 ご提出済み
		2. エリアモニタリング設備	
		3. 固定式周辺モニタリング設備	
		4. 移動式周辺モニタリング設備	
2	管理区域の出入管理設備及び環境試料分析装置に関する説明書	1. 出入管理設備	2019. 9. 20 ご提出済み
		2. 環境試料分析装置及び環境放射能測定装置	
3	中央制御室の居住性に関する説明書		
4	人が常時勤務し、又は頻繁に出入りする原子力発電所内の場所における線量当量率に関する説明書	1. 線量率区分の変更箇所について	今回提出範囲
		2. 線量率区分の変更における変更の根拠（線量評価）について	

人が常時勤務し，又は頻繁に出入りする原子力発電所内の場所における
線量当量率に関する説明書に係る補足説明資料

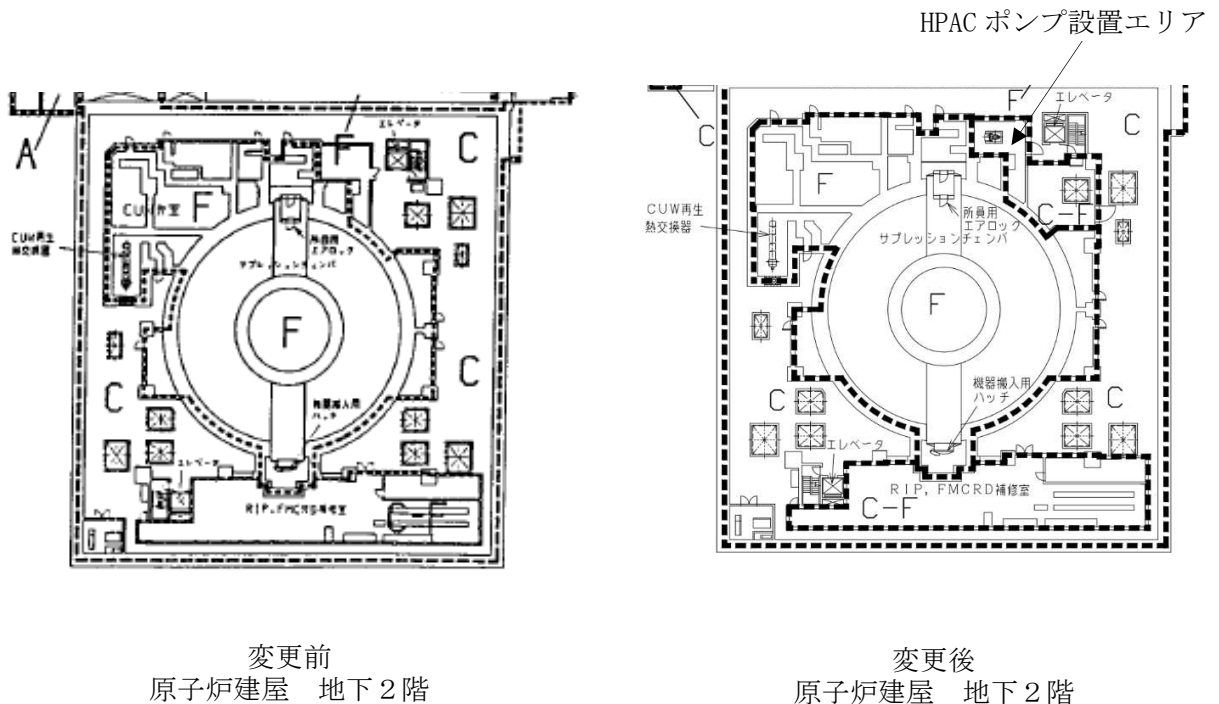
目 次

1. 線量率区分の変更箇所について..... 1
2. 線量率区分の変更における変更の根拠（線量評価）について..... 2

1. 線量率区分の変更箇所について

高圧代替注水系(以下「HPAC」という。)ポンプ及び線源となる配管(蒸気入口, 蒸気出口)を敷設するエリアは, 通常運転中や定期検査中等において, 機器作動時(サーベランス等で原子炉蒸気を使用して運転する場合を含む)には線量率区分がF区分だが, 機器作動時以外は線源となるN-16が系統内を流れないためC区分となり, 当該ポンプ及び線源配管設置エリアはC-F区分となる。これは, 原子炉隔離時冷却系(以下「RCIC」という。)ポンプ室の線量率区分の考え方と同じである。

柏崎刈羽原子力発電所第7号機では, RCICポンプと異なる区画にHPACポンプを設置することで位置的分散を図ることとしているが, 配置スペースの理由でF区分のエリアにHPACポンプを設置することができず, C区分のエリア(真空掃除設備室)にHPACポンプを設置することとなったため, 当該エリア周囲に遮蔽体を追設し, さらにHPACポンプに接続する線源配管(蒸気入口, 蒸気出口)が敷設するC区分エリアを新たに区画し遮蔽体を追設することで, 線量率区分をC区分からC-F区分に変更する。



2. 線量率区分の変更における変更の根拠（線量評価）について

HPACポンプを設置するエリアについては、RCICポンプ設置エリアに準じた評価線源により被ばく評価を実施し、線量率区分をC区分からC-F区分に変更したことの妥当性について確認をしている。表1にRCICポンプ設置エリアおよびHPACポンプ設置エリアの被ばく評価についての手法の整理表を示す。

表1 RCICポンプ設置エリア及びHPACポンプ設置エリアにおける被ばく評価手法の整理表(1/3)

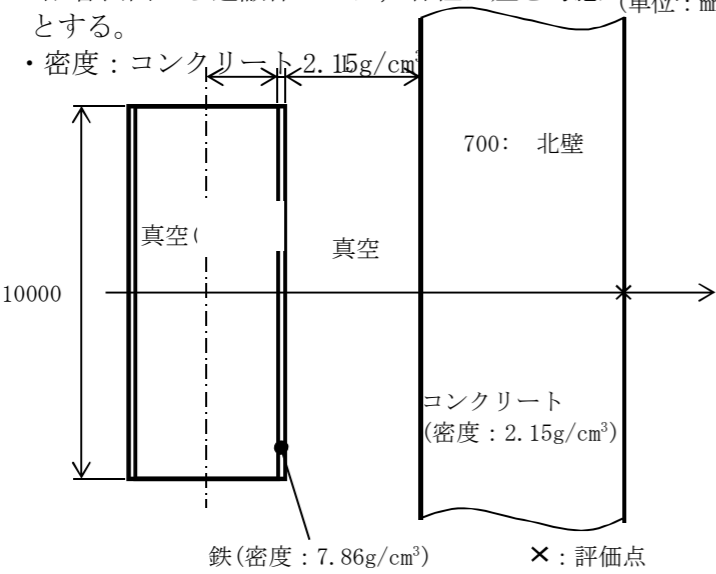
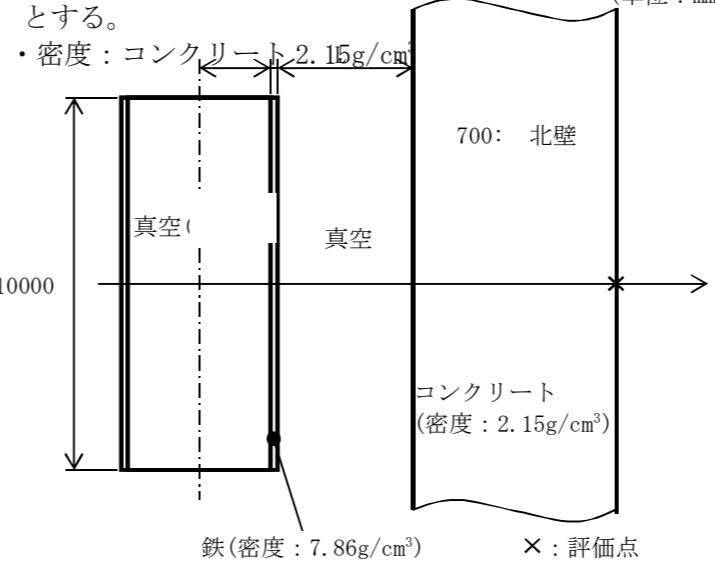
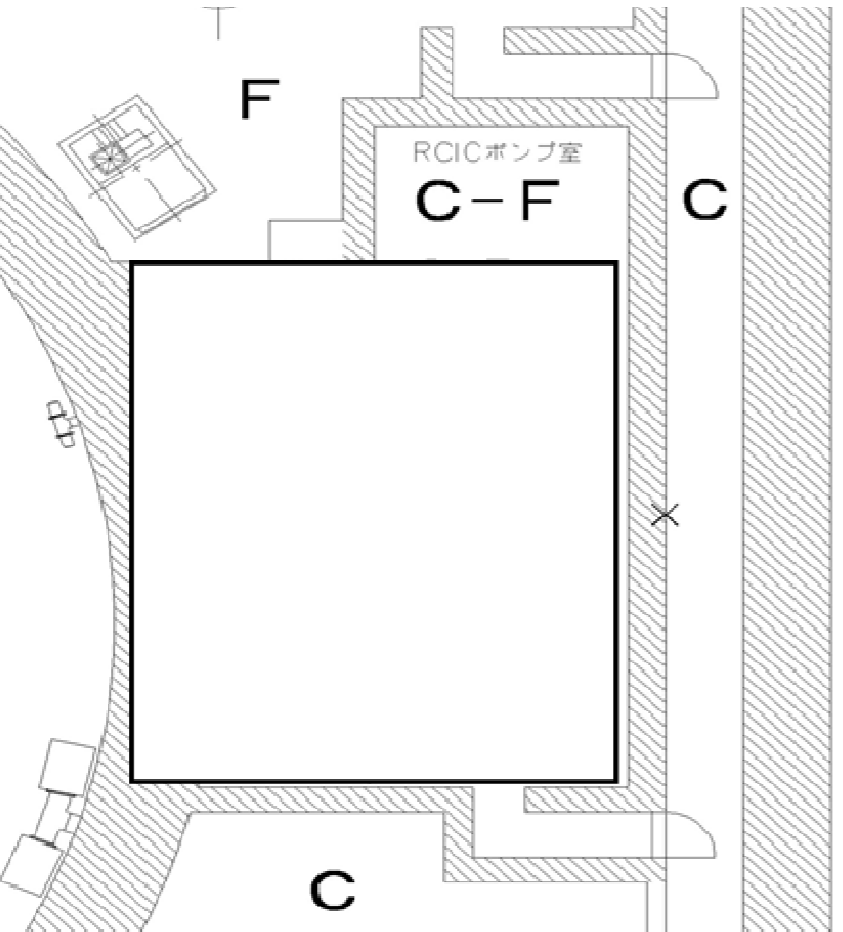
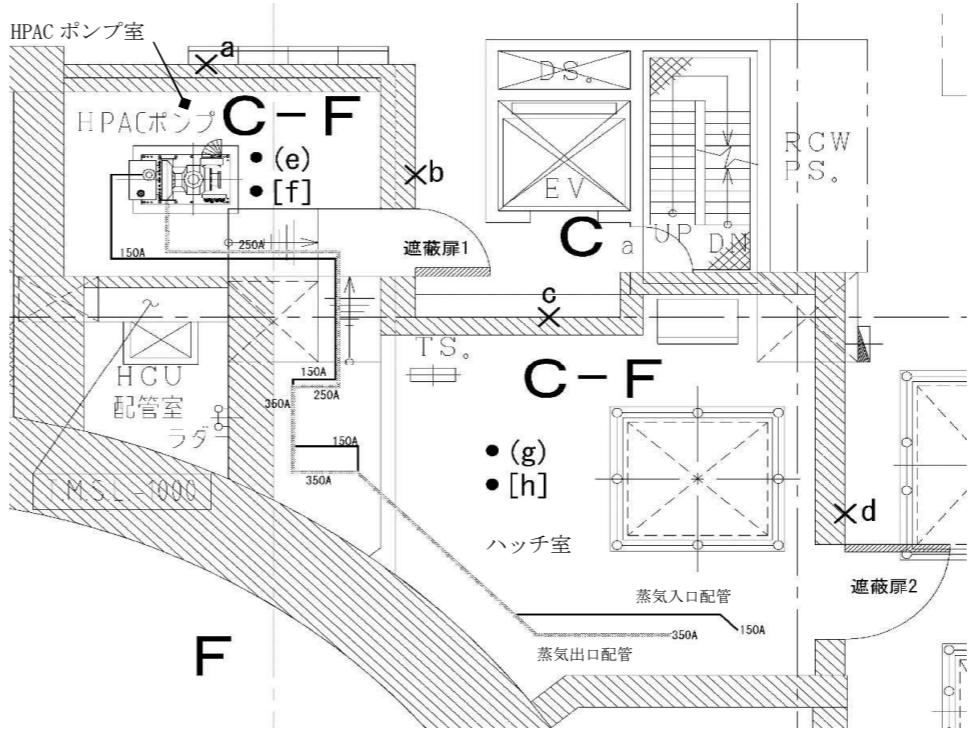
項目	RCICポンプ設置エリア	HPACポンプ設置エリア	備考																								
評価コード	QAD-CGGP2R Ver1.04	QAD-CGGP2R Ver1.04																									
評価モデル	<p> <ul style="list-style-type: none"> 配管幾何形状は円筒形とし、配管長は10m、配管肉厚は考慮する。 コンクリート躯体厚は部材一体あたり寸法からマイナス側許容差(5mm)を引いた値、鉄遮蔽はマイナス公差を考慮しない。 配管表面から遮蔽体までは、各種公差を考慮し公称寸法から <input type="text"/> mm 近づけた距離とする。 密度：コンクリート 2.15g/cm³ </p>  <table border="1" data-bbox="451 1276 1228 1543"> <thead> <tr> <th></th> <th>配管サイズ</th> <th>本数</th> <th>L 距離 (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>原子炉圧力容器出口(蒸気入口)</td> <td>150A</td> <td>1</td> <td>2815.4</td> </tr> <tr> <td>RCIC タービン出口(蒸気出口)</td> <td>350A</td> <td>1</td> <td>220.3</td> </tr> </tbody> </table> <p>線量率計算モデルの例(原子炉建屋地下3階 RCICポンプ室北壁)</p>		配管サイズ	本数	L 距離 (mm)	原子炉圧力容器出口(蒸気入口)	150A	1	2815.4	RCIC タービン出口(蒸気出口)	350A	1	220.3	<p> <ul style="list-style-type: none"> 配管幾何形状は円筒形とし、配管長は10m、配管肉厚は考慮する。 コンクリート躯体厚は部材一体あたり寸法からマイナス側許容差(5mm)を引いた値、鉄遮蔽はマイナス公差を考慮しない。 配管表面から遮蔽体までは、各種公差を考慮し公称寸法から <input type="text"/> mm 近づけた距離とする。 密度：コンクリート 2.15g/cm³ </p>  <table border="1" data-bbox="1498 1293 2240 1543"> <thead> <tr> <th></th> <th>配管サイズ</th> <th>本数</th> <th>L 距離 (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RCIC との分岐点(蒸気入口)</td> <td>150A</td> <td>1</td> <td>617.4</td> </tr> <tr> <td>HPAC タービン出口(蒸気出口)</td> <td>250A</td> <td>1</td> <td>516.3</td> </tr> </tbody> </table> <p>線量率計算モデルの例(原子炉建屋地下2階 HPACポンプ室北壁)</p>		配管サイズ	本数	L 距離 (mm)	RCIC との分岐点(蒸気入口)	150A	1	617.4	HPAC タービン出口(蒸気出口)	250A	1	516.3	<p> <ul style="list-style-type: none"> JASS5Nに基づくコンクリート部材一体あたりの断面寸法のマイナス側許容差が5mmである。RCICでは、既設コンクリート壁を遮蔽として考慮し、躯体厚は公称値700mmから5mm引いた値でモデル化する。一方、HPACでは、既設コンクリート壁と追設コンクリート壁の両方を遮蔽として考慮し、合計の躯体厚700mmから10mm(=5mm×2)引いた値でモデル化する。 </p>
	配管サイズ	本数	L 距離 (mm)																								
原子炉圧力容器出口(蒸気入口)	150A	1	2815.4																								
RCIC タービン出口(蒸気出口)	350A	1	220.3																								
	配管サイズ	本数	L 距離 (mm)																								
RCIC との分岐点(蒸気入口)	150A	1	617.4																								
HPAC タービン出口(蒸気出口)	250A	1	516.3																								

表1 RCICポンプ設置エリア及びHPACポンプ設置エリアにおける被ばく評価手法の整理表(2/3)

項目	RCICポンプ設置エリア	HPACポンプ設置エリア	備考																																			
評価線源	<p style="text-align: center;">RCIC の放射能濃度</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>計算点</th> <th>放射能濃度 (Bq/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>原子炉圧力容器出口(蒸気入口)</td> <td>6.9×10⁴</td> </tr> <tr> <td>RCIC タービン出口(蒸気出口)</td> <td>1.1×10³</td> </tr> </tbody> </table> <p>原子炉圧力容器出口から RCIC タービン出口までの蒸気到達時間による減衰と蒸気の比容積の変化を考慮して、次式で求める。 $C = C_0 \cdot \rho \cdot e^{-\lambda \cdot t}$ ここで、 C : 線源機器等の N-16 の放射能濃度 (Bq/cm³) C₀ : 原子炉圧力容器出口での N-16 の放射能濃度 (1.85×10⁶Bq/g) ρ : 蒸気密度 (g/cm³) =1/比容積 (cm³/g) λ : N-16 の崩壊定数 (0.0943s⁻¹) t : 線源機器等までの移行時間 (s)</p> <p>下表に RCIC の計算条件を示す。</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>計算点</th> <th>原子炉圧力容器出口からの到達時間 (s)</th> <th>比容積 (m³/kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>原子炉圧力容器出口</td> <td>0</td> <td>0.0267</td> </tr> <tr> <td>RCIC タービン出口</td> <td>7.1</td> <td>0.862</td> </tr> </tbody> </table>	計算点	放射能濃度 (Bq/cm ³)	原子炉圧力容器出口(蒸気入口)	6.9×10 ⁴	RCIC タービン出口(蒸気出口)	1.1×10 ³	計算点	原子炉圧力容器出口からの到達時間 (s)	比容積 (m ³ /kg)	原子炉圧力容器出口	0	0.0267	RCIC タービン出口	7.1	0.862	<p style="text-align: center;">RCIC と HPAC の放射能濃度</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>計算点</th> <th>放射能濃度 (Bq/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>主蒸気ノズル</td> <td>6.94×10⁴</td> </tr> <tr> <td>RCIC との分岐点(蒸気入口)</td> <td>5.34×10⁴</td> </tr> <tr> <td>HPAC タービン出口(蒸気出口)</td> <td>9.57×10²</td> </tr> </tbody> </table> <p>HPAC タービンは、駆動蒸気として RCIC から分岐した主蒸気を使用されるので主蒸気中の N-16 が主要線源となる。したがって、主蒸気管内の濃度を蒸気条件による時間減衰及び主蒸気管内の温度による比容積の変化を考慮して、次式で求める。 $C = C_0 \cdot \rho \cdot e^{-\lambda \cdot t}$ ここで、 C : 線源機器等の N-16 の放射能濃度 (Bq/cm³) C₀ : 原子炉圧力容器出口での N-16 の放射能濃度 (1.85×10⁶Bq/g) ρ : 蒸気密度 (g/cm³) =1/比容積 (cm³/g) λ : N-16 の崩壊定数 (0.0943s⁻¹) t : 線源機器等までの移行時間 (s)</p> <p>RCIC と HPAC の各点の計算条件を下表に示す。</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>計算点</th> <th>原子炉圧力容器出口からの到達時間 (s)</th> <th>比容積 (m³/kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>主蒸気ノズル</td> <td>0</td> <td>0.0266</td> </tr> <tr> <td>RCIC との分岐点</td> <td>2.78</td> <td>0.0266</td> </tr> <tr> <td>HPAC タービン出口</td> <td>8.57</td> <td>0.862</td> </tr> </tbody> </table>	計算点	放射能濃度 (Bq/cm ³)	主蒸気ノズル	6.94×10 ⁴	RCIC との分岐点(蒸気入口)	5.34×10 ⁴	HPAC タービン出口(蒸気出口)	9.57×10 ²	計算点	原子炉圧力容器出口からの到達時間 (s)	比容積 (m ³ /kg)	主蒸気ノズル	0	0.0266	RCIC との分岐点	2.78	0.0266	HPAC タービン出口	8.57	0.862	<p>・原子力圧力主蒸気ノズルの放射能濃度と、系統内の比容積、主蒸気の移行時間を考慮して、蒸気入口配管と蒸気出口配管(タービン以降)の放射能濃度を算出。RCIC の蒸気入口配管は、主蒸気ノズルの放射能濃度を使用しているのに対し、HPAC の蒸気入口配管は、RCIC との分岐点までの主蒸気の移行時間を考慮して算出している。</p>
計算点	放射能濃度 (Bq/cm ³)																																					
原子炉圧力容器出口(蒸気入口)	6.9×10 ⁴																																					
RCIC タービン出口(蒸気出口)	1.1×10 ³																																					
計算点	原子炉圧力容器出口からの到達時間 (s)	比容積 (m ³ /kg)																																				
原子炉圧力容器出口	0	0.0267																																				
RCIC タービン出口	7.1	0.862																																				
計算点	放射能濃度 (Bq/cm ³)																																					
主蒸気ノズル	6.94×10 ⁴																																					
RCIC との分岐点(蒸気入口)	5.34×10 ⁴																																					
HPAC タービン出口(蒸気出口)	9.57×10 ²																																					
計算点	原子炉圧力容器出口からの到達時間 (s)	比容積 (m ³ /kg)																																				
主蒸気ノズル	0	0.0266																																				
RCIC との分岐点	2.78	0.0266																																				
HPAC タービン出口	8.57	0.862																																				
評価結果	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>評価位置</th> <th>遮蔽厚 (mm)</th> <th>線量率 (mSv/h)</th> <th>線量率区分</th> <th>設計基準線量率 (mSv/h)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RCIC ポンプ室北壁</td> <td>700</td> <td>7.7×10⁻³</td> <td>C</td> <td>0.05 以下</td> </tr> </tbody> </table>	評価位置	遮蔽厚 (mm)	線量率 (mSv/h)	線量率区分	設計基準線量率 (mSv/h)	RCIC ポンプ室北壁	700	7.7×10 ⁻³	C	0.05 以下	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>評価位置</th> <th>遮蔽厚 (mm)</th> <th>線量率 (mSv/h)</th> <th>線量率区分</th> <th>設計基準線量率 (mSv/h)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>HPAC ポンプ室北壁</td> <td>700</td> <td>1.3×10⁻²</td> <td>C</td> <td>0.05 以下</td> </tr> </tbody> </table>	評価位置	遮蔽厚 (mm)	線量率 (mSv/h)	線量率区分	設計基準線量率 (mSv/h)	HPAC ポンプ室北壁	700	1.3×10 ⁻²	C	0.05 以下																
評価位置	遮蔽厚 (mm)	線量率 (mSv/h)	線量率区分	設計基準線量率 (mSv/h)																																		
RCIC ポンプ室北壁	700	7.7×10 ⁻³	C	0.05 以下																																		
評価位置	遮蔽厚 (mm)	線量率 (mSv/h)	線量率区分	設計基準線量率 (mSv/h)																																		
HPAC ポンプ室北壁	700	1.3×10 ⁻²	C	0.05 以下																																		

表1 RCICポンプ設置エリア及びHPACポンプ設置エリアにおける被ばく評価手法の整理表(3/3)

項目	RCICポンプ設置エリア	HPACポンプ設置エリア	備考																												
配管ルート	 <p style="text-align: center;">× : 壁の評価点を示す。</p> <table border="1" data-bbox="795 1323 1092 1512"> <thead> <tr> <th>区分</th> <th>設計基準線量率</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>≦1.3mSv/3か月</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td><0.01mSv/h</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td><0.05mSv/h</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td><0.25mSv/h</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td><1mSv/h</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>≧1mSv/h</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">線源配管と配置図(原子炉建屋地下3階 T.M.S.L. -8200 mm)</p>	区分	設計基準線量率	A	≦1.3mSv/3か月	B	<0.01mSv/h	C	<0.05mSv/h	D	<0.25mSv/h	E	<1mSv/h	F	≧1mSv/h	 <p style="text-align: center;">× : 壁の評価点を示す。 () : 床の評価点を示す。 [] : 天井の評価点を示す。</p> <table border="1" data-bbox="1908 1323 2205 1512"> <thead> <tr> <th>区分</th> <th>設計基準線量率</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>≦1.3mSv/3か月</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td><0.01mSv/h</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td><0.05mSv/h</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td><0.25mSv/h</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td><1mSv/h</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>≧1mSv/h</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">線源配管と配置図(原子炉建屋地下2階 T.M.S.L. -1700mm)</p>	区分	設計基準線量率	A	≦1.3mSv/3か月	B	<0.01mSv/h	C	<0.05mSv/h	D	<0.25mSv/h	E	<1mSv/h	F	≧1mSv/h	<p>・HPACポンプ設置エリアのモデル図の例では、評価点bを示す。</p> <p>・配管表面から遮蔽体までの離隔距離は、配管ルートのうち距離が最も短い寸法で代表し、さらに各種公差を考慮して公称寸法から mm引いた距離で線量率計算を行う。線源となる配管長さは、室内の配管敷設範囲を踏まえ建屋配置図の通り芯間の距離に相当する長さとして10mとする。遮蔽体の厚さは、コンクリート壁の躯体厚で代表し、コンクリート厚さのマイナス側の公差を考慮する。</p> <p>・線源配管は、蒸気入口配管と出口配管とし、両者の合計線量率をQAD-CGGP2R コードで計算する。</p>
区分	設計基準線量率																														
A	≦1.3mSv/3か月																														
B	<0.01mSv/h																														
C	<0.05mSv/h																														
D	<0.25mSv/h																														
E	<1mSv/h																														
F	≧1mSv/h																														
区分	設計基準線量率																														
A	≦1.3mSv/3か月																														
B	<0.01mSv/h																														
C	<0.05mSv/h																														
D	<0.25mSv/h																														
E	<1mSv/h																														
F	≧1mSv/h																														