

提出書類リスト
(浜岡4号炉低圧車軸クリアランス認可申請)

資料番号	提出書類
1-1	浜岡4号炉低圧車軸クリアランス認可申請書に対するコメントリスト
1-2	評価対象核種を選択方法について (No.1)
	サンプリング測定適用のための汚染状況について (No.2)
	Ge半導体検出器で ⁶⁰ Coを測定する際の検出限界計数率について (No.3)
	二次的な汚染の生成メカニズムについて (No.9)
	Ge半導体検出器でバックグラウンドを測定する場合について (No.10)
	放射線測定装置の測定性能について (No.12)
	審査基準3.5「異物の混入等の防止措置」に関する整合性について (No.13)
審査基準4「放射能濃度の測定及び評価のための品質保証」に関する整合性について (No.14)	

浜岡4号炉低圧車軸クリアランス認可申請書に対するコメントリスト

: 完了

No.	内容	受領日	回答状況	回答時期
1-1	添付書類三に関して、放射化汚染の核種と二次的な汚染の核種を別々に選択していること、また、二次的な汚染のH-3を個別に選択除外していることは、審査基準と同等であることを説明すること。	2020年6月9日	回答書提出済み (申請書に反映)	審査面談 (7月9日)
1-2	7月9日資料番号2-3 No.1 (3頁) では、評価対象核種の選択方法として、「Co-60のD/Cが規則33核種の90%を占めること」の確認に加えて、「Co-60のD/Cが33分の1以下であること」からも、評価対象核種としてCo-60のみを選択している。どちらの基準を用いて核種を選択したのか説明すること。	2020年7月9日	回答書を再提出する (申請書に反映)	資料提出 (2020年7月22日)
1-3	7月9日資料番号2-3 No.1に関して、二次的な汚染の規則33核種の放射能濃度を算出するにあたり、表面汚染密度の平均値と比表面積の平均値を乗じているが、評価対象核種を幅広く選定する観点から踏まえて、平均値を用いる根拠を記載すること。	2020年7月9日	回答書を再提出する (申請書に反映)	資料提出 (2020年7月22日)
2-1	添付書類四に関して、サンプリング測定は、全ての測定単位の $\Sigma(D/C)$ が1以下であることが前提条件なので、この前提条件を満足していることを明記すること。(なお、同程度の汚染であることは、複数の対象物を一つの測定単位とした場合の前提条件である)。	2020年6月9日	回答書提出済み (申請書に反映)	審査面談 (7月9日)
2-2	7月9日資料番号2-3 No.2に関して、放射能濃度の算出にあたり、表面汚染密度や比表面積の平均値を用いているが、平均値を用いた根拠を説明すること。	2020年7月9日	回答書を再提出する (申請書に反映)	資料提出 (2020年7月22日)
3-1	添付資料六に関して、Ge半導体検出器でCo-60を測定する際の検出限界計数率の式を記載すること。	2020年6月9日	回答書提出済み (申請書に反映)	審査面談 (7月9日)
3-2	審査基準3.4(2)イに関して、検出限界値の式が5号炉低圧車軸の認可申請書と4号炉低圧車軸の認可申請書で異なっているのはなぜか。 (5号の式では、前面遮蔽した場合を考慮した評価式になっている。)	2020年7月9日	回答書を再提出する (申請書に反映) ※ピークBG補正などを適切に扱った式を再説明	資料提出 (2020年7月22日)
3-3	審査基準3.4(2)イに関して、7月9日資料番号2-3 No.3では、検出限界カウントに関する式となっているが、対象物による遮へい効果を放射能換算係数で考慮していることが分かるように、放射能濃度の式に変更すること。	2020年7月9日	回答書を再提出する (申請書に反映) 回答書の参考資料として引用文献を添付する	資料提出 (2020年7月22日)

No.	内容	受領日	回答状況	回答時期
3-4	審査基準3.4(2)イに関して、クリアランスレベル以下であることの判断が可能となるような検出限界値として0.05Bq/gとしたことの根拠を記載すること。 (審査基準3.3(2)では、「測定値として不確かさを考慮した95%上限値を用いること」が示されているが、0.05Bq/gの検出限界値は、審査基準に示されている不確かさを考慮した95%上限値にはなっていない。一方、審査基準3.4(2)イでは、「クリアランスレベル以下であることの判断が可能となるように検出限界値を設定すること」が示されている。したがって、0.05Bq/gの検出限界値は、検出限界値の不確かさを考慮したとしてもクリアランスレベルを判断できる値であることを説明する必要がある。)	2020年7月9日	回答書を再提出する (申請書に反映)	資料提出 (2020年7月22日)
4	(添付6) 図-5, 6の放射エネルギーの測定方法の妥当性確認に関して、測定領域、線源、検出器の位置関係が不明確であり、現状の写真では示すことができないところがあるため、ポンチ絵等でわかるように記載すること。	2020年6月9日	回答書提出済み (申請書に反映)	審査面談 (7月9日)
5	(添付6) 図-5, 6の放射エネルギーの測定方法の妥当性確認に関して、クリアランスレベル付近の汚染であっても、適切にクリアランス判断できることを記載すること。	2020年6月9日	回答書提出済み (申請書に反映)	審査面談 (7月9日)
6-1	審査基準の要求事項に対してどのように適合しているかを認可申請書に記載すること。	2020年6月9日	回答書提出済み (個別案件をそれぞれ対応 (申請書に反映など) し修正 版を再提出)	審査面談 (7月9日) 次回以降 (技術的な 議論が概ね完了した 時点で再提出)
6-2	審査基準3.4(2)イに関して、7月9日資料番号2-1 (10頁) では、検出限界値はバックグラウンドの状況及び対象物の遮蔽状況を考慮すると記載があるが、申請書 (添付書類6-11頁) では、対象物の遮蔽に関する記載がない。	2020年7月9日	口頭回答済み (記載誤りを修正し、修正 版を再提出)	次回以降 (技術的な 議論が概ね完了した 時点で再提出)
7	審査基準3.1(1)イに関して、申請書 (本文4頁) で「浜岡4号炉の構造を考慮して中性子束を設定する」とあるが、構造とは具体的に何を意味するのか説明すること。	2020年7月9日	口頭回答済み (添付書類に記載している ため、申請書への反映不 要。)	質問当日 (7月9日)
8	審査基準3.1(1)イに関して、申請書 (添付書類3-3頁) では、放射化汚染の影響は無視できる程度であると記載しているが、放射化汚染の評価対象核種を選択している理由を説明すること。	2020年7月9日	口頭回答済み (申請書に反映) (放射能濃度の決定におい て放射化汚染を考慮する必 要がない根拠を記載す る。)	質問当日 (7月9日)
9-1	審査基準3.1(1)イ②に関して、二次的な汚染の生成メカニズムについて、核種の生成率は母材の元素組成率と一定としていること、付着率は生成率と一定としていることの根拠を記載すること。 (審査基準3.1(1)②では、放射性物質の組成を精度よく評価するというよりも、「放射性物質の種類が幅広く選定されるように、合理的な範囲で当該計算及び評価がされていること」としている。)	2020年7月9日	回答書を提出する (申請書に反映)	資料提出 (2020年7月22日)
9-2	申請書 (添付図表3-4頁) の二次的な汚染の生成メカニズムにおいて、CP核種およびFP核種の生成率は原子炉水中の放射能濃度が一定、また生成された原子炉水中の核種の個数が一定を条件としているが、その根拠を示すこと。	2020年7月9日	回答書を提出する (一定とする根拠として原 子炉水中の放射能濃度 (Co, I) を提出予定)	資料提出 (2020年7月22日)

No.	内容	受領日	回答状況	回答時期
10	審査基準3.4(2)イに関して、資料番号2-1(6頁)では、Ge半導体検出器の測定において、バックグラウンドを補正する場合は測定場所周辺の環境が変わらないものとして扱っているが、その根拠を示すこと。また、Ge半導体検出器でバックグラウンドを測定する時は検出器の前面を遮蔽するのか。	2020年7月9日	回答書を提出する (申請書に反映) (検出した場合はすみやかにピークBGを測定するため、バックグラウンドの変動はない旨を記載)	資料提出(2020年7月22日)
11	申請書(本文11頁)では、Ge半導体検出器を用いた測定が適切でない箇所という記載があるが、具体的に記載すること。	2020年7月9日	口頭回答済み (申請書に反映) (添付書類に記載の内容を本文にも記載する。)	質問当日(7月9日)
12-1	審査基準3.4.(1)イに関して、Ge半導体検出器、NaIシンチレーションサーベイメータの測定性能(測定効率等)の検証結果などを記載すること。	2020年7月9日	回答書を提出する (申請書に反映)	資料提出(2020年7月22日)
12-2	審査基準3.4.(1)イに関して、放射線測定装置であるGM管、プラスチックシンチレーション式サーベイメータに関する記載について、Ge半導体検出器等と同等に申請書に記載すること。	2020年7月9日	回答書を提出する (申請書に反映)	資料提出(2020年7月22日)
13	審査基準3.5「異物の混入等の防止措置」に関して、認可申請書に、対応している旨と具体的な措置について記載すること。具体的には以下のとおり。 イ：保管場所での追加的な汚染の防止とは具体的に何をするのか、保管場所で放射化汚染は今後発生するのか ロ：立入制限では具体的に何をするのか ハ：異物の混入の防止について具体的に何をするのか(対象物が大きいために混入しない場合はその旨を記載すること) ニ：管理体制について具体的に記載すること ホ：測定装置は追加的な汚染のない場所で測定するのか ヘ：追加的な汚染のない運搬経路について具体的に記載すること	2020年7月9日	回答書を提出する (申請書に反映)	資料提出(2020年7月22日)
14	審査基準4.「放射能濃度の測定及び評価のための品質保証」に関して、認可申請書に、対応している旨と具体的な措置について記載すること。具体的には以下のとおり。 イ：統一的に管理する者は誰か(保安規定に定めている場合はその旨を記載すること) ロ：教育・訓練に関するマニュアルを定めることを記載すること ハ：点検・校正に関するマニュアルを定めることを記載すること	2020年7月9日	回答書を提出する (申請書に反映)	資料提出(2020年7月22日)
15	申請書で「想定」という記載が散見されるが、当該想定が妥当であった評価結果を記載すること。	2020年7月9日	重要な箇所は回答書を提出する (申請書に反映)	次回以降(技術的な議論が概ね完了した時点で提出)

その他コメントリスト(案)

:完了

No.	内容	受領日	回答状況	回答時期
1	審査基準3.3(1)イにおいて、資料番号2-2に関して、Ge半導体検出器を用いた測定では、5号低圧車軸の場合、検出値を測定値としており、統計的誤差を考慮していないのか。	2020年7月9日	口頭回答済み (5号では検出値に統計的誤差を加えても1以下となることを確認し、確認申請値は検出値としている。)	質問当日(7月9日)

- ①提出資料（2020年7月9日）からの修正箇所を で示す。
 ②本資料のうち申請書に反映する内容を赤字で示す。

資料番号 1-2

2020年7月22日
 中部電力株式会社

評価対象核種の選択方法について (No.1)

No.	Page	質問・コメント等
1-1	本文 P7	添付書類三に関して、放射化汚染の核種と二次的な汚染の核種を別々に選択していること、また、二次的な汚染の H-3 を個別に選択除外していることは、審査基準と同等であることを説明すること。
1-2	—	7月9日資料番号 2-3 No.1 (3頁) では、評価対象核種の選択方法として、「Co-60 の D/C が規則 33 核種の 90%を占めること」の確認に加えて、「Co-60 の D/C が 33 分の 1 以下であること」からも、評価対象核種として Co-60 のみを選択している。どちらの基準を用いて核種を選択したのか説明すること。
1-3	—	7月9日資料番号 2-3 No.1 に関して、二次的な汚染の規則 33 核種の放射能濃度を算出するにあたり、表面汚染密度の平均値と比表面積の平均値を乗じているが、評価対象核種を幅広く選定する観点を踏まえて、平均値を用いる根拠を記載すること。

【No.1-1～1-3 に関する回答】

1. コメントに対する申請書の考え方

Q1. 放射化汚染の核種と二次的な汚染の核種を別々に選択していることが審査基準と同等であることを説明すること。

<申請書の考え方>

- ・昨年9月11日に制定された審査基準の「3.1. 評価に用いる放射性物質の選定 (1) イ」において「放射能濃度確認対象物が生ずる発電用原子炉の運転状況、炉型、構造等の特性を踏まえ、中性子の作用による放射化汚染、原子炉冷却材等に係る放射性物質の付着、浸透等による二次的な汚染の履歴及び機構、放射性物質の放射性壊変等を考慮して、33種類の放射性物質 k (製錬等放射能濃度確認規則別表第1第1欄に掲げる放射性物質) の放射能濃度 D_k 又は放射性物質 k と基準核種 (例えば Co-60) との放射能濃度比が計算等により算出されていること。」と記載されている。
- ・本申請書では、放射化汚染と二次的な汚染は、「33核種の放射能濃度を算出する」か「基準核種との相対比較で評価する」を選択できると解釈し、放射化汚染は前者、二次的な汚染は後者 (ただし ^3H を除く) の方法を採用した。これは、これまで2件の認可実績においても同様であり、昨年制定された審査基準において従来の NISA 文書より記述は詳しくなっているものの、これまでの認可実績と基本的に変わりはないと解釈して申請書を作成した。

Q2. 二次的な汚染の H-3 を個別に選択除外していることは、審査基準と同等であることを説明すること。

＜申請書の考え方＞

- ・ ^3H は、これまで2件の認可実績においても「平均放射能濃度法」によって放射能濃度を評価する手法を採用しており、今回の対象物も同様、 ^{60}Co との相関によって評価するのではなく、単独で評価するのが望ましいと考えた。
- ・その際、「規則 33 核種」は、「原子力安全・保安部会 廃棄物安全小委員会（H16年）」、「原子力安全委員会 放射性廃棄物安全基準専門部会（H11年）」の報告において、線量評価において相対的に重要となる放射性核種（重要放射性核種）を抽出することとし、最大となった放射性核種の D/C を 1 にしたときの、他の放射性核種の D/C が 0.01 以上（2桁の範囲に入る）の放射性核種を重要放射性核種とする考えに基づいて指定されたことを参考にして、今回の申請書を作成した。
- ・具体的には、 ^3H の D/C が 0.01 未満であれば「 Σ D/C（評価対象核種）」／「 Σ D/C（規則 33 核種）」が 90%以上なる評価対象核種に ^3H が加わることは無いと考えて申請書を作成し、また事前調査において、 ^{60}Co は 0.01Bq/g （D/C： 1.0×10^{-1} ）程度に対して（添付書類四,4-3頁）、 ^3H は $1.4 \times 10^{-3}\text{Bq/g}$ （D/C： 1.4×10^{-5} ）であることから（添付書類三,添付図表 3-34頁）、 ^{60}Co と ^3H の D/C の開きは4桁程度あることを確認しており、 ^3H を評価対象核種として選択する必要はないとした。（ ^{60}Co が 0.01Bq/g 程度となる事前調査の結果は高めに評価した場合である。申請書では述べていないが、低めに評価した場合、 ^{60}Co の表面汚染密度 [] と [] を用いて ^{60}Co は $3.9 \times 10^{-4}\text{Bq/g}$ となり、 ^3H との D/C の開きは2桁程度となる。）
- ・審査基準に明記されている訳では無いが、基本的な主旨は理解して選択したつもりである。

^3H について申請書の記載：

- ・低圧車軸の ^3H の放射能濃度は、事前調査結果に基づき、以下のとおり算出した。
- ・代表試料の分析結果（表面汚染密度）が全て検出限界値未満であったことから検出限界値の最大値 6.0×10^{-2} （ Bq/cm^2 ）を用いた。
- ・比表面積は評価単位のうち最大の比表面積となる低圧車軸の第 13-14 段間及び第 14 段翼取付部の比表面積 2.3×10^{-2} を（ cm^2/g ）代表値とした。算出した ^3H の D/C は 1.4×10^{-5} であり、0.01（100分の1）未満である（添付図表 3-34 に評価結果を記載）。

^{60}Co について申請書の記載：

- ・添付書類四 4-3 頁（抜粋）：「添付書類二」（3. 2 対象物の汚染状況）に示すとおり，除染後の汚染状態を確認するため，除染前に汚染が顕著に確認された主蒸気入口付近（第 7-8 段間）における周方向の表面汚染密度を測定した結果，いずれの車軸も一定レベル以下で周方向には均一な汚染傾向を示し，除染前に表面汚染密度が最も高い値を示した低圧車軸（B）は $0.11\sim 0.44\text{Bq/cm}^2$ の範囲で分布し，平均 0.24Bq/cm^2 であった（いずれも令和 2 年 4 月 1 日時点）。二次的な汚染による汚染の程度は，上記の値 [] に「(添付 2) 表-3」に示す比表面積 [] を乗じることにより，放射能濃度 (^{60}Co) は 0.01Bq/g 程度，D/C (^{60}Co) は 0.1 程度と評価した。

2. コメントに対する対応方針

- (1) 方針：審査基準の解釈に間違いがあるのであれば拝承する。評価対象核種は、汚染形態毎に行うのではなく、各汚染形態を統合した放射能濃度を算出することにより、規則 33 核種の中で相対的な影響度が 90%以上となる核種を影響度の高い順に選択する、という考え方で選択する。
- (2) 手法：申請書の「(本文) 表-2」において、放射化汚染は規則 33 核種の放射能濃度を算出していることから、その値を用いる。二次的な汚染は以下の手法で規則 33 核種の放射能濃度を算出し（放射能濃度比ではない）、放射化汚染の放射能濃度と二次的な汚染の放射能濃度を合算する。

①規則 32 核種の放射能濃度

- ・ ^{60}Co の放射能濃度は、表面汚染密度の事前調査結果及び比表面積を用いて算出する。評価対象核種を幅広く選択する観点から、以下の 4 ケースで ^{60}Co の放射能濃度を算出し、評価対象核種の選択結果に与える影響を確認する。

ケース	^{60}Co 表面汚染密度 (Bq/cm ²)	比表面積 (cm ² /g)	^{60}Co 放射能濃度 (Bq/g)
a			4.6×10^{-2}
b			2.7×10^{-3}
c			2.6×10^{-4}
d			1.8×10^{-4}

- ・その他の核種は「(本文) 表-2」に記載している ^{60}Co に対する放射能濃度比に上記で算出した ^{60}Co 放射能濃度を乗じることにより、放射能濃度を算出する。

② ^3H の放射能濃度

- ・申請書(添付書類三)に記載している値 ($1.4 \times 10^{-3} \text{Bq/g}$) を用いる。

(3) 結果:

- ・放射化汚染及び二次的な汚染を統合した規則 33 核種の放射能濃度を P11~14 に示す。ケース a~d のいずれにおいても、D/C が最も高い核種は ^{60}Co であり、D/C (^{60}Co) が $\Sigma \text{D/C}$ (規則 33 核種) の 97% を占める。
- ・二次的な汚染の $\Sigma \text{D/C}$ (規則 33 核種) に比べて放射化汚染の $\Sigma \text{D/C}$ (規則 33 核種) は、約 1/1000~1/10 程度であり、二次的な汚染の寄与が大きい。
- ・放射化汚染と二次的な汚染を別々に評価して評価対象核種を選択する場合と、統合してから選択する場合で、評価対象核種の選択結果は変わらない。
- ・以上より評価対象核種は ^{60}Co とする。

- ・放射能濃度の決定(添付書類五)は、現申請書では、放射化汚染は放射化計算によって、二次的な汚染は放射線測定装置を用いた測定によって、別々に評価対象核種の放射能濃度を評価して合算することになっている。再検討した結果



放射能濃度の決定は二次的な

汚染の測定結果のみによって行うこととし、認可申請書の修正を行う。

(4) 審査基準への適合性のまとめ

・審査基準「3.1(1)イ」:

評価対象核種の選択に用いる規則 33 核種の放射能濃度は、放射化汚染と二次的な汚染を分けてよいとの判断から、それぞれ評価対象核種を選択した。審査基準の解釈が誤りで、放射化汚染と二次的な汚染の放射能濃度を合算することが要求事項であれば、上記の「2. コメントに対する対応方針」のとおり、合算した放射能濃度を算出し、評価対象核種を選択することで、審査基準に適合させる。

・審査基準「3.1(1)イ」①,②及び「3.1(1)ロ」:

添付書類三に記載のとおり、放射化汚染(①)及び二次的な汚染(②)を分けて、それぞれ放射能濃度又は放射能濃度比を算出し、D/Cを求める手法であり、審査基準に適合していると考えている。

・審査基準「3.1(1)ハ」:

上記の「2. コメントに対する対応方針」のとおり、放射化汚染及び二次的な汚染を合算した規則 33 核種の放射能濃度を基に評価対象核種を選択することで、審査基準に適合させる。

(評価データ)

1. ^{60}Co の放射能濃度

低圧車軸の ^{60}Co の放射能濃度は、事前調査結果に基づき、以下のとおり算出した。

・低圧車軸の代表箇所として

を選定した。

以上

申請書該当ページ【添付図表 2-4】

(添付 2) 図-1 対象物の表面汚染密度の分布(4/4)

2. 低圧車軸の汚染状況の確認 (除染後)

- ・測定対象：低圧車軸 (A) ~ (C) の第7-8段間。
- ・測定箇所：周方向の代表点。
- ・測定結果は以下のとおりである。除染前に表面密度汚染が最も高い値を示した低圧車軸 (B) では0.11~0.44Bq/cm²の範囲で分布し平均0.24Bq/cm²であり、各低圧車軸とも一定レベル以下で周方向には均一な汚染傾向を示す。

(令和2年4月1日時点)

測定位置 (°)	表面汚染密度 (Bq/cm ²)			
	低圧車軸 (A)	低圧車軸 (B)	低圧車軸 (C)	
T側	0	1.8×10 ⁻¹	1.7×10 ⁻¹	5.6×10 ⁻²
	30	1.0×10 ⁻¹	1.1×10 ⁻¹	6.2×10 ⁻²
	60	2.1×10 ⁻¹	2.0×10 ⁻¹	4.2×10 ⁻²
	90	2.8×10 ⁻¹	2.5×10 ⁻¹	3.5×10 ⁻²
	120	3.6×10 ⁻²	1.8×10 ⁻¹	7.0×10 ⁻²
	150	1.7×10 ⁻¹	2.3×10 ⁻¹	7.9×10 ⁻²
	180	2.3×10 ⁻¹	1.9×10 ⁻¹	6.7×10 ⁻²
	210	1.1×10 ⁻¹	1.7×10 ⁻¹	1.1×10 ⁻¹
	240	2.3×10 ⁻¹	1.6×10 ⁻¹	5.2×10 ⁻²
	270	1.6×10 ⁻¹	2.4×10 ⁻¹	1.1×10 ⁻¹
	300	2.2×10 ⁻¹	2.8×10 ⁻¹	1.8×10 ⁻¹
	330	3.3×10 ⁻¹	2.8×10 ⁻¹	2.0×10 ⁻¹
G側	0	2.1×10 ⁻¹	1.4×10 ⁻¹	6.4×10 ⁻²
	30	6.5×10 ⁻²	1.3×10 ⁻¹	1.1×10 ⁻¹
	60	2.0×10 ⁻¹	3.5×10 ⁻¹	1.2×10 ⁻¹
	90	2.4×10 ⁻¹	2.6×10 ⁻¹	6.0×10 ⁻²
	120	8.3×10 ⁻²	3.0×10 ⁻¹	1.8×10 ⁻¹
	150	2.0×10 ⁻¹	4.4×10 ⁻¹	1.7×10 ⁻¹
	180	2.0×10 ⁻¹	3.3×10 ⁻¹	1.5×10 ⁻¹
	210	8.4×10 ⁻²	3.5×10 ⁻¹	1.2×10 ⁻¹
	240	1.7×10 ⁻¹	3.9×10 ⁻¹	7.6×10 ⁻²
	270	7.9×10 ⁻²	1.2×10 ⁻¹	1.6×10 ⁻¹
	300	2.1×10 ⁻¹	1.8×10 ⁻¹	1.2×10 ⁻¹
	330	1.5×10 ⁻¹	2.2×10 ⁻¹	1.6×10 ⁻¹
最大	3.3×10 ⁻¹	4.4×10 ⁻¹	2.0×10 ⁻¹	
最小	3.6×10 ⁻²	1.1×10 ⁻¹	3.5×10 ⁻²	
算術平均値	1.7×10 ⁻¹	2.4×10 ⁻¹	1.1×10 ⁻¹	
		1.7×10 ⁻¹		

添付図表 2-4

申請書該当ページ【添付図表 2-12】

(添付 2) 表-3 対象物の推定量(2/2)

低圧車軸 (A) ~ (C) の部位毎の表面積及び比表面積を以下に示す。対象物の比表面積を部位毎にみると、

「評価単位」 No.		1	2	3	4	5	6	7
表面積 (m ²)	(A)							
	(B)							
	(C)							
比表面積 (cm ² /g)	(A)							
	(B)							
	(C)							

「評価単位」 No.		8	9	10	11	12	13	14
表面積 (m ²)	(A)							
	(B)							
	(C)							
比表面積 (cm ² /g)	(A)							
	(B)							
	(C)							

「評価単位」 No.		15	16	17	18	19	20	21
表面積 (m ²)	(A)							
	(B)							
	(C)							
比表面積 (cm ² /g)	(A)							
	(B)							
	(C)							

「評価単位」 No.		22	23	24	25	26	全体
表面積 (m ²)	(A)						
	(B)						
	(C)						
比表面積 (cm ² /g)	(A)						
	(B)						
	(C)						

<補足>

- ・ 図中の番号は「評価単位」 No. を示す。
- ・ 「評価単位」の詳細は「添付書類四」に示すとおりである。
- ・ 表面積は狭隘部を除く値である。狭隘部の詳細は「(添付 4) 表-1」に示すとおりである。

添付図表 2-12

申請書該当ページ【本分図表-11】

(本文) 表-2 評価対象核種の選択に用いる放射能濃度の評価結果(3/3)

評価対象核種の選択に用いる放射化汚染及び二次的な汚染の D/C を以下に示す。放射化汚染及び二次的な汚染ともに、令和12年4月1日時点においても D/C (⁶⁰Co) の割合が0.9以上である。

	核種	基準値 C (Bq/g)	D/C (-)			
			令和2年4月1日時点		令和12年4月1日時点	
			放射化汚染	二次的な汚染	放射化汚染	二次的な汚染
1	³ H	100	2.6×10 ⁻¹⁰	—	1.5×10 ⁻¹⁰	—
2	¹⁴ C	1	6.6×10 ⁻⁹	1.2×10 ⁻²	6.6×10 ⁻⁹	4.5×10 ⁻²
3	³⁶ Cl	1	2.4×10 ⁻¹³	2.2×10 ⁻⁴	2.4×10 ⁻¹³	8.3×10 ⁻⁴
4	⁴¹ Ca	100	1.3×10 ⁻¹⁴	6.5×10 ⁻¹⁰	1.3×10 ⁻¹⁴	2.4×10 ⁻⁹
5	⁴⁶ Sc	0.1	1.0×10 ⁻¹⁹	0	8.0×10 ⁻³³	0
6	⁵⁴ Mn	0.1	1.7×10 ⁻⁸	3.8×10 ⁻³	5.0×10 ⁻¹²	4.3×10 ⁻⁶
7	⁵⁵ Fe	1000	1.7×10 ⁻⁷	5.2×10 ⁻⁴	1.3×10 ⁻⁸	1.5×10 ⁻⁴
8	⁵⁹ Fe	1	8.4×10 ⁻²⁷	0	1.7×10 ⁻⁵¹	0
9	⁵⁸ Co	1	3.3×10 ⁻¹⁹	0	1.0×10 ⁻³⁴	0
10	⁶⁰ Co	0.1	3.8×10 ⁻⁴	1.0×10 ¹ ※1	1.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ¹ ※1
11	⁵⁹ Ni	100	2.8×10 ⁻⁹	2.5×10 ⁻⁵	2.8×10 ⁻⁹	9.2×10 ⁻⁵
12	⁶³ Ni	100	3.0×10 ⁻⁷	2.7×10 ⁻³	2.8×10 ⁻⁷	9.4×10 ⁻³
13	⁶⁵ Zn	0.1	1.7×10 ⁻¹¹	1.2×10 ⁻⁵	5.4×10 ⁻¹⁶	1.4×10 ⁻⁹
14	⁹⁰ Sr	1	1.1×10 ⁻¹¹	1.8×10 ⁻²	8.4×10 ⁻¹²	5.2×10 ⁻²
15	⁹⁴ Nb	0.1	2.1×10 ⁻¹⁰	2.0×10 ⁻⁵	2.1×10 ⁻¹⁰	7.3×10 ⁻⁵
16	⁹⁵ Nb	1	3.4×10 ⁻³⁷	0	1.2×10 ⁻⁶⁸	0
17	⁹⁹ Tc	1	2.0×10 ⁻⁹	4.8×10 ⁻⁶	2.0×10 ⁻⁹	1.8×10 ⁻⁵
18	¹⁰⁶ Ru	0.1	1.0×10 ⁻¹³	2.5×10 ⁻⁴	1.2×10 ⁻¹⁶	1.1×10 ⁻⁶
19	^{108m} Ag	0.1	5.7×10 ⁻¹¹	2.9×10 ⁻⁵	5.6×10 ⁻¹¹	1.1×10 ⁻⁴
20	^{110m} Ag	0.1	8.4×10 ⁻¹²	6.1×10 ⁻⁷	3.3×10 ⁻¹⁶	8.9×10 ⁻¹¹
21	¹²⁴ Sb	1	1.2×10 ⁻²²	0	6.3×10 ⁻⁴¹	0
22	^{123m} Te	1	2.1×10 ⁻¹⁹	0	1.4×10 ⁻²⁸	0
23	¹²⁹ I	0.01	2.6×10 ⁻¹⁵	1.9×10 ⁻⁵	2.6×10 ⁻¹⁵	7.0×10 ⁻⁵
24	¹³⁴ Cs	0.1	6.2×10 ⁻⁹	3.8×10 ⁻⁴	2.2×10 ⁻¹⁰	4.9×10 ⁻⁵
25	¹³⁷ Cs	0.1	1.2×10 ⁻¹⁰	2.1×10 ⁻¹	9.2×10 ⁻¹¹	6.1×10 ⁻¹
26	¹³³ Ba	0.1	6.5×10 ⁻¹²	6.3×10 ⁻⁴	3.4×10 ⁻¹²	1.2×10 ⁻³
27	¹⁵² Eu	0.1	4.5×10 ⁻⁷	3.5×10 ⁻³	2.7×10 ⁻⁷	7.7×10 ⁻³
28	¹⁵⁴ Eu	0.1	7.8×10 ⁻⁸	4.3×10 ⁻⁴	3.5×10 ⁻⁸	7.1×10 ⁻⁴
29	¹⁶⁰ Tb	1	4.2×10 ⁻²²	0	2.6×10 ⁻³⁷	0
30	¹⁸² Ta	0.1	2.5×10 ⁻¹⁵	0	6.2×10 ⁻²⁵	0
31	²³⁹ Pu	0.1	1.2×10 ⁻¹⁰	1.2×10 ⁻²	1.2×10 ⁻¹⁰	4.7×10 ⁻²
32	²⁴¹ Pu	10	0	1.7×10 ⁻²⁰	0	3.9×10 ⁻²⁰
33	²⁴¹ Am	0.1	0	7.3×10 ⁻²⁰	0	3.5×10 ⁻¹⁹
規則33核種※2のΣD/C (A)			3.8×10 ⁻⁴	1.0×10 ¹	1.0×10 ⁻⁴	1.1×10 ¹
⁶⁰ CoのD/C (B)			3.8×10 ⁻⁴	1.0×10 ¹	1.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ¹
⁶⁰ Coの割合 (B/A)			1.0	9.7×10 ⁻¹	1.0	9.3×10 ⁻¹

※1：二次的な汚染の D/C の値は、⁶⁰Co の放射能濃度を 1 (Bq/g) として規格化したものに基づく値である。

※2：二次的な汚染は「規則33核種」を「規則32核種」に読み替える。

本文図表-11

申請書該当ページ【添付図表 3-34】

(添付3)表-14 二次的な汚染の評価対象核種の選択に用いる放射能濃度(^3H)

二次的な汚染の ^3H は、代表試料(除染前)の表面汚染密度の放射化学分析結果(Bq/cm^2)と対象物の比表面積(cm^2/g)の代表値の積から、放射能濃度(Bq/g)を算出する。

代表試料の ^3H の分析結果(Bq/cm^2)は、全て検出限界値未満であり、 ^3H の放射能濃度の代表値は、表面汚染密度(検出限界値)の最大値と部位毎の比表面積の最大値の積により算出した。

(令和2年4月1日時点)

パラメータ	
表面汚染密度の最大値 (①)	$6.0 \times 10^{-2} \text{ Bq}/\text{cm}^2$
比表面積の代表値 (②)	$2.3 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{g}$
放射能濃度 D (③)	$1.4 \times 10^3 \text{ Bq}/\text{g}$
基準値 C (④)	100 Bq/g
D/C (③/④)	1.4×10^{-5}

添付図表 3-34

放射化汚染及び二次的な汚染を統合した規則 33 核種の放射能濃度 (1 / 4)

(1) ケースa (^{60}Co 放射能濃度: 4.6×10^{-2} Bq/g)

	核種	基準値C (Bq/g)	令和2年4月1日時点					
			放射化汚染		二次的な汚染		合計 (放射化+二次)	
			評価結果D (Bq/g)	D/C (-)	評価結果D (Bq/g)	D/C (-)	評価結果D (Bq/g)	D/C (-)
1	^3H	100	2.6E-08	2.6E-10	1.4E-03	1.4E-05	1.4E-03	1.4E-05
2	^{14}C	1	6.6E-09	6.6E-09	5.5E-04	5.5E-04	5.5E-04	5.5E-04
3	^{36}Cl	1	2.4E-13	2.4E-13	1.0E-05	1.0E-05	1.0E-05	1.0E-05
4	^{41}Ca	100	1.3E-12	1.3E-14	3.0E-09	3.0E-11	3.0E-09	3.0E-11
5	^{46}Sc	0.1	1.0E-20	1.0E-19	0.0E+00	0.0E+00	1.0E-20	1.0E-19
6	^{54}Mn	0.1	1.7E-09	1.7E-08	1.8E-05	1.8E-04	1.8E-05	1.8E-04
7	^{55}Fe	1000	1.7E-04	1.7E-07	2.4E-02	2.4E-05	2.4E-02	2.4E-05
8	^{59}Fe	1	8.4E-27	8.4E-27	0.0E+00	0.0E+00	8.4E-27	8.4E-27
9	^{58}Co	1	3.3E-19	3.3E-19	0.0E+00	0.0E+00	3.3E-19	3.3E-19
10	^{60}Co	0.1	3.8E-05	3.8E-04	4.6E-02	4.6E-01	4.6E-02	4.6E-01
11	^{59}Ni	100	2.8E-07	2.8E-09	1.1E-04	1.1E-06	1.1E-04	1.1E-06
12	^{63}Ni	100	3.0E-05	3.0E-07	1.2E-02	1.2E-04	1.2E-02	1.2E-04
13	^{65}Zn	0.1	1.7E-12	1.7E-11	5.5E-08	5.5E-07	5.5E-08	5.5E-07
14	^{90}Sr	1	1.1E-11	1.1E-11	8.2E-04	8.2E-04	8.2E-04	8.2E-04
15	^{94}Nb	0.1	2.1E-11	2.1E-10	9.0E-08	9.0E-07	9.0E-08	9.0E-07
16	^{95}Nb	1	3.4E-37	3.4E-37	0.0E+00	0.0E+00	3.4E-37	3.4E-37
17	^{99}Tc	1	2.0E-09	2.0E-09	2.2E-07	2.2E-07	2.2E-07	2.2E-07
18	^{106}Ru	0.1	1.0E-14	1.0E-13	1.2E-06	1.2E-05	1.2E-06	1.2E-05
19	$^{108\text{m}}\text{Ag}$	0.1	5.7E-12	5.7E-11	1.3E-07	1.3E-06	1.3E-07	1.3E-06
20	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	0.1	8.4E-13	8.4E-12	2.8E-09	2.8E-08	2.8E-09	2.8E-08
21	^{124}Sb	1	1.2E-22	1.2E-22	0.0E+00	0.0E+00	1.2E-22	1.2E-22
22	$^{123\text{m}}\text{Te}$	1	2.1E-19	2.1E-19	0.0E+00	0.0E+00	2.1E-19	2.1E-19
23	^{129}I	0.01	2.6E-17	2.6E-15	8.7E-09	8.7E-07	8.7E-09	8.7E-07
24	^{134}Cs	0.1	6.2E-10	6.2E-09	1.7E-06	1.7E-05	1.7E-06	1.7E-05
25	^{137}Cs	0.1	1.2E-11	1.2E-10	9.5E-04	9.5E-03	9.5E-04	9.5E-03
26	^{133}Ba	0.1	6.5E-13	6.5E-12	2.9E-06	2.9E-05	2.9E-06	2.9E-05
27	^{152}Eu	0.1	4.5E-08	4.5E-07	1.6E-05	1.6E-04	1.6E-05	1.6E-04
28	^{154}Eu	0.1	7.8E-09	7.8E-08	2.0E-06	2.0E-05	2.0E-06	2.0E-05
29	^{160}Tb	1	4.2E-22	4.2E-22	0.0E+00	0.0E+00	4.2E-22	4.2E-22
30	^{182}Ta	0.1	2.5E-16	2.5E-15	0.0E+00	0.0E+00	2.5E-16	2.5E-15
31	^{239}Pu	0.1	1.2E-11	1.2E-10	5.7E-05	5.7E-04	5.7E-05	5.7E-04
32	^{241}Pu	10	0.0E+00	0.0E+00	7.8E-21	7.8E-22	7.8E-21	7.8E-22
33	^{241}Am	0.1	0.0E+00	0.0E+00	3.4E-22	3.4E-21	3.4E-22	3.4E-21
ΣD/C (規則33核種) (A)				3.83E-04		4.72E-01		4.72E-01
D/C (^{60}Co) (B)				3.82E-04		4.60E-01		4.60E-01
^{60}Co の割合 (B/A)				9.97E-01		9.74E-01		9.74E-01

放射化汚染及び二次的な汚染を統合した規則 33 核種の放射能濃度 (2 / 4)

(2) ケースb (^{60}Co 放射能濃度: 2.7×10^{-3} Bq/g)

	核種	基準値C (Bq/g)	令和2年4月1日時点					
			放射化汚染		二次的な汚染		合計 (放射化+二次)	
			評価結果D (Bq/g)	D/C (-)	評価結果D (Bq/g)	D/C (-)	評価結果D (Bq/g)	D/C (-)
1	^3H	100	2.6E-08	2.6E-10	1.4E-03	1.4E-05	1.4E-03	1.4E-05
2	^{14}C	1	6.6E-09	6.6E-09	3.3E-05	3.3E-05	3.3E-05	3.3E-05
3	^{36}Cl	1	2.4E-13	2.4E-13	6.0E-07	6.0E-07	6.0E-07	6.0E-07
4	^{41}Ca	100	1.3E-12	1.3E-14	1.8E-10	1.8E-12	1.8E-10	1.8E-12
5	^{46}Sc	0.1	1.0E-20	1.0E-19	0.0E+00	0.0E+00	1.0E-20	1.0E-19
6	^{54}Mn	0.1	1.7E-09	1.7E-08	1.0E-06	1.0E-05	1.0E-06	1.0E-05
7	^{55}Fe	1000	1.7E-04	1.7E-07	1.4E-03	1.4E-06	1.6E-03	1.6E-06
8	^{59}Fe	1	8.4E-27	8.4E-27	0.0E+00	0.0E+00	8.4E-27	8.4E-27
9	^{58}Co	1	3.3E-19	3.3E-19	0.0E+00	0.0E+00	3.3E-19	3.3E-19
10	^{60}Co	0.1	3.8E-05	3.8E-04	2.7E-03	2.7E-02	2.8E-03	2.8E-02
11	^{59}Ni	100	2.8E-07	2.8E-09	6.7E-06	6.7E-08	7.0E-06	7.0E-08
12	^{63}Ni	100	3.0E-05	3.0E-07	7.4E-04	7.4E-06	7.7E-04	7.7E-06
13	^{65}Zn	0.1	1.7E-12	1.7E-11	3.2E-09	3.2E-08	3.2E-09	3.2E-08
14	^{90}Sr	1	1.1E-11	1.1E-11	4.9E-05	4.9E-05	4.9E-05	4.9E-05
15	^{94}Nb	0.1	2.1E-11	2.1E-10	5.3E-09	5.3E-08	5.4E-09	5.4E-08
16	^{95}Nb	1	3.4E-37	3.4E-37	0.0E+00	0.0E+00	3.4E-37	3.4E-37
17	^{99}Tc	1	2.0E-09	2.0E-09	1.3E-08	1.3E-08	1.5E-08	1.5E-08
18	^{106}Ru	0.1	1.0E-14	1.0E-13	6.9E-08	6.9E-07	6.9E-08	6.9E-07
19	$^{108\text{m}}\text{Ag}$	0.1	5.7E-12	5.7E-11	8.0E-09	8.0E-08	8.0E-09	8.0E-08
20	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	0.1	8.4E-13	8.4E-12	1.6E-10	1.6E-09	1.7E-10	1.7E-09
21	^{124}Sb	1	1.2E-22	1.2E-22	0.0E+00	0.0E+00	1.2E-22	1.2E-22
22	$^{123\text{m}}\text{Te}$	1	2.1E-19	2.1E-19	0.0E+00	0.0E+00	2.1E-19	2.1E-19
23	^{129}I	0.01	2.6E-17	2.6E-15	5.1E-10	5.1E-08	5.1E-10	5.1E-08
24	^{134}Cs	0.1	6.2E-10	6.2E-09	1.0E-07	1.0E-06	1.0E-07	1.0E-06
25	^{137}Cs	0.1	1.2E-11	1.2E-10	5.6E-05	5.6E-04	5.6E-05	5.6E-04
26	^{133}Ba	0.1	6.5E-13	6.5E-12	1.7E-07	1.7E-06	1.7E-07	1.7E-06
27	^{152}Eu	0.1	4.5E-08	4.5E-07	9.4E-07	9.4E-06	9.9E-07	9.9E-06
28	^{154}Eu	0.1	7.8E-09	7.8E-08	1.2E-07	1.2E-06	1.2E-07	1.2E-06
29	^{160}Tb	1	4.2E-22	4.2E-22	0.0E+00	0.0E+00	4.2E-22	4.2E-22
30	^{182}Ta	0.1	2.5E-16	2.5E-15	0.0E+00	0.0E+00	2.5E-16	2.5E-15
31	^{239}Pu	0.1	1.2E-11	1.2E-10	3.4E-06	3.4E-05	3.4E-06	3.4E-05
32	^{241}Pu	10	0.0E+00	0.0E+00	4.6E-22	4.6E-23	4.6E-22	4.6E-23
33	^{241}Am	0.1	0.0E+00	0.0E+00	2.0E-23	2.0E-22	2.0E-23	2.0E-22
ΣD/C (規則33核種) (A)				3.83E-04		2.79E-02		2.83E-02
D/C (^{60}Co) (B)				3.82E-04		2.72E-02		2.76E-02
^{60}Co の割合 (B/A)				9.97E-01		9.74E-01		9.74E-01

放射化汚染及び二次的な汚染を統合した規則 33 核種の放射能濃度 (3 / 4)

(3) ケースc (^{60}Co 放射能濃度: 2.6×10^{-4} Bq/g)

	核種	基準値C (Bq/g)	令和2年4月1日時点					
			放射化汚染		二次的な汚染		合計 (放射化+二次)	
			評価結果D (Bq/g)	D/C (-)	評価結果D (Bq/g)	D/C (-)	評価結果D (Bq/g)	D/C (-)
1	^3H	100	2.6E-08	2.6E-10	1.4E-03	1.4E-05	1.4E-03	1.4E-05
2	^{14}C	1	6.6E-09	6.6E-09	3.1E-06	3.1E-06	3.1E-06	3.1E-06
3	^{36}Cl	1	2.4E-13	2.4E-13	5.8E-08	5.8E-08	5.8E-08	5.8E-08
4	^{41}Ca	100	1.3E-12	1.3E-14	1.7E-11	1.7E-13	1.8E-11	1.8E-13
5	^{46}Sc	0.1	1.0E-20	1.0E-19	0.0E+00	0.0E+00	1.0E-20	1.0E-19
6	^{54}Mn	0.1	1.7E-09	1.7E-08	1.0E-07	1.0E-06	1.0E-07	1.0E-06
7	^{55}Fe	1000	1.7E-04	1.7E-07	1.4E-04	1.4E-07	3.0E-04	3.0E-07
8	^{59}Fe	1	8.4E-27	8.4E-27	0.0E+00	0.0E+00	8.4E-27	8.4E-27
9	^{58}Co	1	3.3E-19	3.3E-19	0.0E+00	0.0E+00	3.3E-19	3.3E-19
10	^{60}Co	0.1	3.8E-05	3.8E-04	2.6E-04	2.6E-03	3.0E-04	3.0E-03
11	^{59}Ni	100	2.8E-07	2.8E-09	6.4E-07	6.4E-09	9.2E-07	9.2E-09
12	^{63}Ni	100	3.0E-05	3.0E-07	7.0E-05	7.0E-07	1.0E-04	1.0E-06
13	^{65}Zn	0.1	1.7E-12	1.7E-11	3.1E-10	3.1E-09	3.1E-10	3.1E-09
14	^{90}Sr	1	1.1E-11	1.1E-11	4.7E-06	4.7E-06	4.7E-06	4.7E-06
15	^{94}Nb	0.1	2.1E-11	2.1E-10	5.1E-10	5.1E-09	5.3E-10	5.3E-09
16	^{95}Nb	1	3.4E-37	3.4E-37	0.0E+00	0.0E+00	3.4E-37	3.4E-37
17	^{99}Tc	1	2.0E-09	2.0E-09	1.2E-09	1.2E-09	3.2E-09	3.2E-09
18	^{106}Ru	0.1	1.0E-14	1.0E-13	6.6E-09	6.6E-08	6.6E-09	6.6E-08
19	$^{108\text{m}}\text{Ag}$	0.1	5.7E-12	5.7E-11	7.6E-10	7.6E-09	7.7E-10	7.7E-09
20	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	0.1	8.4E-13	8.4E-12	1.6E-11	1.6E-10	1.7E-11	1.7E-10
21	^{124}Sb	1	1.2E-22	1.2E-22	0.0E+00	0.0E+00	1.2E-22	1.2E-22
22	$^{123\text{m}}\text{Te}$	1	2.1E-19	2.1E-19	0.0E+00	0.0E+00	2.1E-19	2.1E-19
23	^{129}I	0.01	2.6E-17	2.6E-15	4.9E-11	4.9E-09	4.9E-11	4.9E-09
24	^{134}Cs	0.1	6.2E-10	6.2E-09	9.9E-09	9.9E-08	1.0E-08	1.0E-07
25	^{137}Cs	0.1	1.2E-11	1.2E-10	5.4E-06	5.4E-05	5.4E-06	5.4E-05
26	^{133}Ba	0.1	6.5E-13	6.5E-12	1.6E-08	1.6E-07	1.6E-08	1.6E-07
27	^{152}Eu	0.1	4.5E-08	4.5E-07	9.0E-08	9.0E-07	1.3E-07	1.3E-06
28	^{154}Eu	0.1	7.8E-09	7.8E-08	1.1E-08	1.1E-07	1.9E-08	1.9E-07
29	^{160}Tb	1	4.2E-22	4.2E-22	0.0E+00	0.0E+00	4.2E-22	4.2E-22
30	^{182}Ta	0.1	2.5E-16	2.5E-15	0.0E+00	0.0E+00	2.5E-16	2.5E-15
31	^{239}Pu	0.1	1.2E-11	1.2E-10	3.2E-07	3.2E-06	3.2E-07	3.2E-06
32	^{241}Pu	10	0.0E+00	0.0E+00	4.4E-23	4.4E-24	4.4E-23	4.4E-24
33	^{241}Am	0.1	0.0E+00	0.0E+00	1.9E-24	1.9E-23	1.9E-24	1.9E-23
ΣD/C (規則33核種) (A)				3.83E-04		2.68E-03		3.07E-03
D/C (^{60}Co) (B)				3.82E-04		2.60E-03		2.98E-03
^{60}Co の割合 (B/A)				9.97E-01		9.69E-01		9.73E-01

放射化汚染及び二次的な汚染を統合した規則 33 核種の放射能濃度 (4 / 4)

(4) ケースd (^{60}Co 放射能濃度: 1.8×10^{-4} Bq/g)

	核種	基準値C (Bq/g)	令和2年4月1日時点					
			放射化汚染		二次的な汚染		合計 (放射化+二次)	
			評価結果D (Bq/g)	D/C (-)	評価結果D (Bq/g)	D/C (-)	評価結果D (Bq/g)	D/C (-)
1	^3H	100	2.6E-08	2.6E-10	1.4E-03	1.4E-05	1.4E-03	1.4E-05
2	^{14}C	1	6.6E-09	6.6E-09	2.2E-06	2.2E-06	2.2E-06	2.2E-06
3	^{36}Cl	1	2.4E-13	2.4E-13	4.1E-08	4.1E-08	4.1E-08	4.1E-08
4	^{41}Ca	100	1.3E-12	1.3E-14	1.2E-11	1.2E-13	1.3E-11	1.3E-13
5	^{46}Sc	0.1	1.0E-20	1.0E-19	0.0E+00	0.0E+00	1.0E-20	1.0E-19
6	^{54}Mn	0.1	1.7E-09	1.7E-08	7.1E-08	7.1E-07	7.2E-08	7.2E-07
7	^{55}Fe	1000	1.7E-04	1.7E-07	9.6E-05	9.6E-08	2.6E-04	2.6E-07
8	^{59}Fe	1	8.4E-27	8.4E-27	0.0E+00	0.0E+00	8.4E-27	8.4E-27
9	^{58}Co	1	3.3E-19	3.3E-19	0.0E+00	0.0E+00	3.3E-19	3.3E-19
10	^{60}Co	0.1	3.8E-05	3.8E-04	1.8E-04	1.8E-03	2.2E-04	2.2E-03
11	^{59}Ni	100	2.8E-07	2.8E-09	4.6E-07	4.6E-09	7.4E-07	7.4E-09
12	^{63}Ni	100	3.0E-05	3.0E-07	5.0E-05	5.0E-07	8.0E-05	8.0E-07
13	^{65}Zn	0.1	1.7E-12	1.7E-11	2.2E-10	2.2E-09	2.2E-10	2.2E-09
14	^{90}Sr	1	1.1E-11	1.1E-11	3.3E-06	3.3E-06	3.3E-06	3.3E-06
15	^{94}Nb	0.1	2.1E-11	2.1E-10	3.6E-10	3.6E-09	3.8E-10	3.8E-09
16	^{95}Nb	1	3.4E-37	3.4E-37	0.0E+00	0.0E+00	3.4E-37	3.4E-37
17	^{99}Tc	1	2.0E-09	2.0E-09	8.8E-10	8.8E-10	2.9E-09	2.9E-09
18	^{106}Ru	0.1	1.0E-14	1.0E-13	4.7E-09	4.7E-08	4.7E-09	4.7E-08
19	$^{108\text{m}}\text{Ag}$	0.1	5.7E-12	5.7E-11	5.4E-10	5.4E-09	5.5E-10	5.5E-09
20	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	0.1	8.4E-13	8.4E-12	1.1E-11	1.1E-10	1.2E-11	1.2E-10
21	^{124}Sb	1	1.2E-22	1.2E-22	0.0E+00	0.0E+00	1.2E-22	1.2E-22
22	$^{123\text{m}}\text{Te}$	1	2.1E-19	2.1E-19	0.0E+00	0.0E+00	2.1E-19	2.1E-19
23	^{129}I	0.01	2.6E-17	2.6E-15	3.5E-11	3.5E-09	3.5E-11	3.5E-09
24	^{134}Cs	0.1	6.2E-10	6.2E-09	7.0E-09	7.0E-08	7.6E-09	7.6E-08
25	^{137}Cs	0.1	1.2E-11	1.2E-10	3.8E-06	3.8E-05	3.8E-06	3.8E-05
26	^{133}Ba	0.1	6.5E-13	6.5E-12	1.2E-08	1.2E-07	1.2E-08	1.2E-07
27	^{152}Eu	0.1	4.5E-08	4.5E-07	6.4E-08	6.4E-07	1.1E-07	1.1E-06
28	^{154}Eu	0.1	7.8E-09	7.8E-08	7.9E-09	7.9E-08	1.6E-08	1.6E-07
29	^{160}Tb	1	4.2E-22	4.2E-22	0.0E+00	0.0E+00	4.2E-22	4.2E-22
30	^{182}Ta	0.1	2.5E-16	2.5E-15	0.0E+00	0.0E+00	2.5E-16	2.5E-15
31	^{239}Pu	0.1	1.2E-11	1.2E-10	2.3E-07	2.3E-06	2.3E-07	2.3E-06
32	^{241}Pu	10	0.0E+00	0.0E+00	3.1E-23	3.1E-24	3.1E-23	3.1E-24
33	^{241}Am	0.1	0.0E+00	0.0E+00	1.3E-24	1.3E-23	1.3E-24	1.3E-23
ΣD/C (規則33核種) (A)				3.83E-04		1.91E-03		2.29E-03
D/C (^{60}Co) (B)				3.82E-04		1.85E-03		2.23E-03
^{60}Co の割合 (B/A)				9.97E-01		9.67E-01		9.72E-01

①提出資料（2020年7月9日）からの修正箇所を [] で示す。

資料番号 1-2

②本資料のうち申請書に反映する内容を赤字で示す。

2020年7月22日
中部電力株式会社

サンプリング測定適用のための汚染状況について (No.2)

No.	Page	質問・コメント等
2-1		添付書類四に関して、サンプリング測定は、全ての測定単位の $\Sigma(D/C)$ が1以下であることが前提条件なので、この前提条件を満足していることを明記すること。 (なお、同程度の汚染であることは、複数の対象物を一つの測定単位とした場合の前提条件である)。
2-2		7月9日資料番号 2-3 No.2 に関して、放射能濃度の算出にあたり、表面汚染密度や比表面積の平均値を用いているが、平均値を用いた根拠を説明すること。

【No.2-1 及び No.2-2 に関する回答】

- 対象物である低圧車軸は、回転体構造であり周方向の汚染は同程度であることから、「評価単位」を構成する「測定単位」（周方向）の放射能濃度は概ね同じである。そのため、サンプリング測定を採用し、 []
- 更に、代表「測定単位」の放射能濃度を用いて「評価単位」の放射能濃度とするため、全ての「測定単位」において $D/C(^{60}\text{Co})$ は1以下である必要がある。これについては、認可申請書「添付書類四 3.想定放射能濃度」に確認結果を記載している。
- 放射化汚染の放射能濃度は、放射化計算により基準値の1%未満である。

二次的な汚染の放射能濃度は、表面汚染密度の事前調査の [] に認可申請書「(添付2) 表-3」に示す [] を乗じることにより、放射能濃度 (^{60}Co) は 0.01Bq/g 程度、 $D/C(^{60}\text{Co})$ は 0.1 程度と評価した
また、保守的に表面汚染密度を [] と設定し、同様に放射能濃度 (^{60}Co) を求めると 0.03Bq/g となり、 $D/C(^{60}\text{Co})$ は 0.3 程度であり基準値を下回ると評価した。

比表面積は、「(添付2) 表-3」に記載のとおり、 [] 車軸全体を評価するため平均値を用いた。

以上が認可申請書の記載であるが、表面汚染密度は添付書類二 (2-3 頁及び添付図表 2-2 「(添付2) 図-1」) に記載のとおり、主蒸気が触れない箇所では除染前の状態で汚染は

殆ど検出されず [redacted]
この箇所は上記よりさらに低い値となる。

- 以上をまとめると下表のとおりとなる。比表面積として [redacted]
[redacted] また表面汚染密度を保守的に設定しても D/C (^{60}Co) は 1 以下となることから、全ての「測定単位」において D/C(^{60}Co)は 1 以下となると評価した。

表面汚染密度 (Bq/cm ²)	比表面積(g/cm ²)	放射能濃度(Bq/g)		D/C	
[redacted]	[redacted]	1.0×10 ⁻³	/	1.0×10 ⁻²	/
		6.6×10 ⁻³	/	6.6×10 ⁻²	/
		7.0×10 ⁻³	/	7.0×10 ⁻²	/
		4.6×10 ⁻²	/	4.6×10 ⁻¹	/
		3.0×10 ⁻²	/	3.0×10 ⁻¹	/
		3.2×10 ⁻²	/	3.2×10 ⁻¹	/
		/	6.0×10 ⁻⁴	/	6.0×10 ⁻³
		/	3.9×10 ⁻⁴	/	3.9×10 ⁻³
		/	2.9×10 ⁻⁴	/	2.9×10 ⁻³

<補足>

- ハッチングは認可申請書に記述したケースである。

[redacted]

[redacted]

二次的な汚染の放射能濃度の算出では、表面汚染密度は最大値、比表面積は平均値を用いることが妥当であると判断した。

(参考1) 審査基準「3.3. 放射能濃度の決定方法(4)」への適合性
(申請時における当社の整理)

(4) 評価単位の放射能濃度確認対象物の放射能濃度を一部の測定単位の放射能濃度に基づいて決定する場合については、以下のとおりであること。

イ：汚染の履歴や放射線測定履歴等を考慮して、選定した測定単位が代表性を有するものとして以下のいずれかに適合していること。

①：評価単位の放射能濃度確認対象物の構造や汚染の確認履歴、除染の履歴等から、当該対象物の放射性物質の濃度が概ね同じであることが確認できること。

<申請書の記載>

- ・構造：認可申請書本文(六 放射能濃度の評価単位, 1. 単位に関する説明)において、『「評価単位」は、認可申請書「(本文) 図-4」に示すように、同一構造となる箇所を選定し、低圧車軸を仮想的に分割して設定する。「測定単位」は、放射能濃度の均一性に配慮するため、汚染の履歴を考慮して汚染の程度が大きく異なる箇所が同一の「測定単位」とならないよう、「評価単位」を仮想的に分割して設定する。』と記載している。
- ・汚染の履歴確認：低圧車軸の周方向の汚染状況の調査結果は、「認可申請書(添付2) 図-1(3/4),(4/4)」に記載している。低圧車軸(B)第7-8段間の周方向の表面汚染密度(除染前)は、代表16点を確認し、 $1.4\sim 1.9\text{Bq/cm}^2$ で同程度である。低圧車軸(B)第7-8段間の周方向の表面汚染密度(除染後)は、代表24点を確認し、 $0.11\sim 0.44\text{Bq/cm}^2$ である。除染作業により表面汚染密度は小さくなるとともに、除染作業のムラ及び絶対値の低下により多少のバラつきは発生しているものの、低いレベルで同程度である。
- ・除染：全て除染済みであることを申請書に記載している。
- ・当該対象物の放射能濃度が概ね同じであること：認可申請書添付書類二において「低圧車軸(B)第7-8段間の周方向の表面汚染密度(除染後)は、代表24点を確認し、 $0.11\sim 0.44\text{Bq/cm}^2$ である。除染作業により表面汚染密度は小さくなるとともに、除染作業のムラ及び絶対値の低下により多少のバラつきは発生しているものの、低いレベルで同程度である。」と記載している。

②：評価単位の放射能濃度確認対象物の放射性物質の濃度を保守的に評価できるよう測定単位の場所を選定されていること。

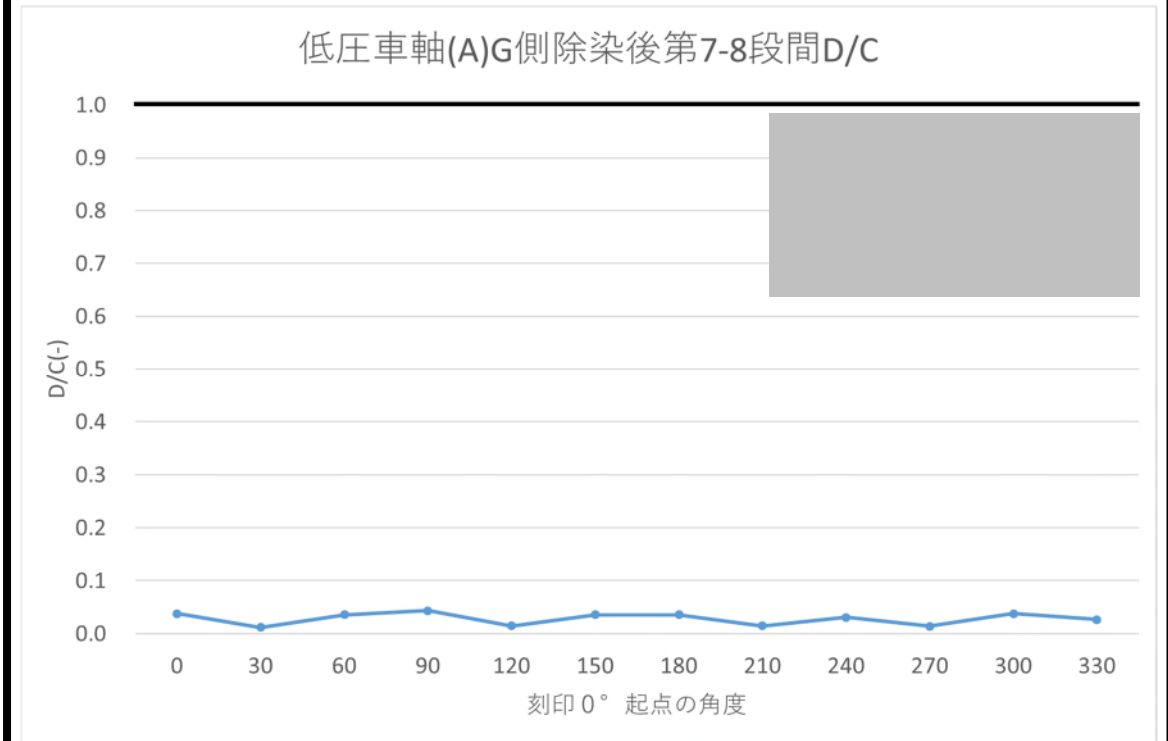
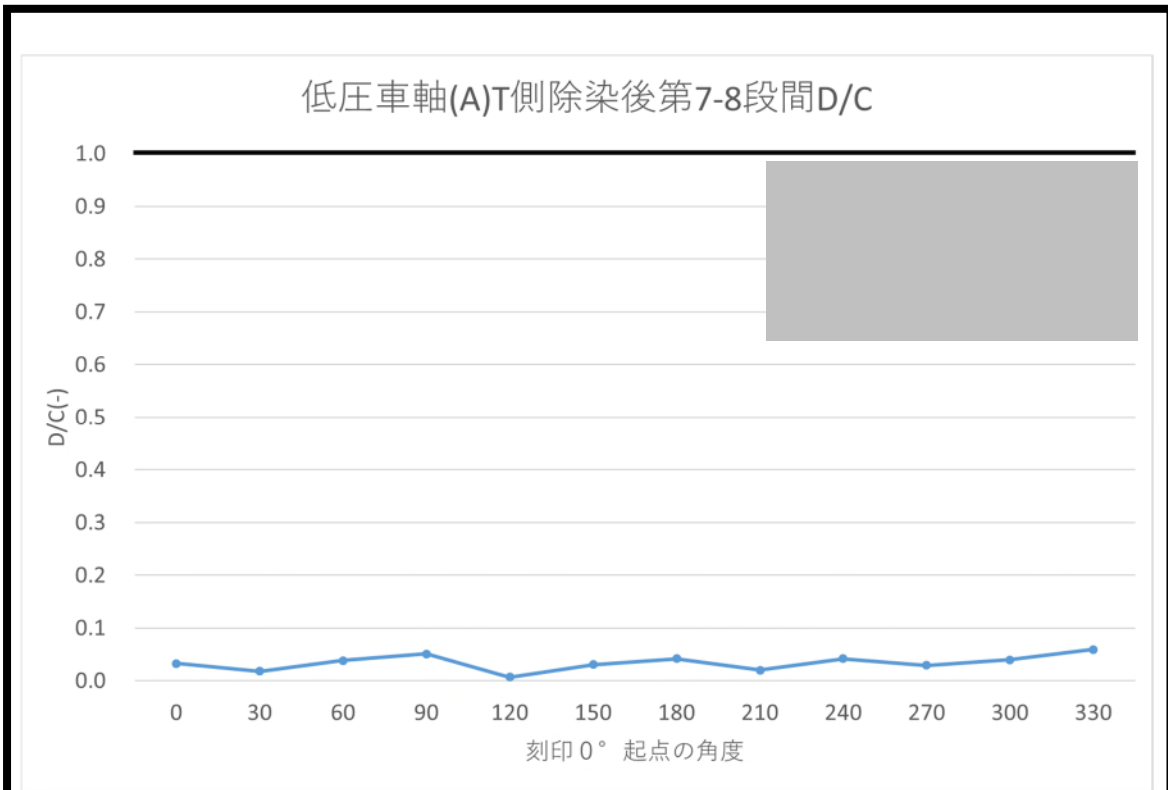
<申請書の記載>

- ・認可申請書本文六に『「評価単位」を構成する代表「測定単位」1個の放射能濃度を基に「測定単位」間のバラツキを考慮して「評価単位」の放射能濃度を決定する。』と記載し、具体的な方法は認可申請書添付書類五に記載している。

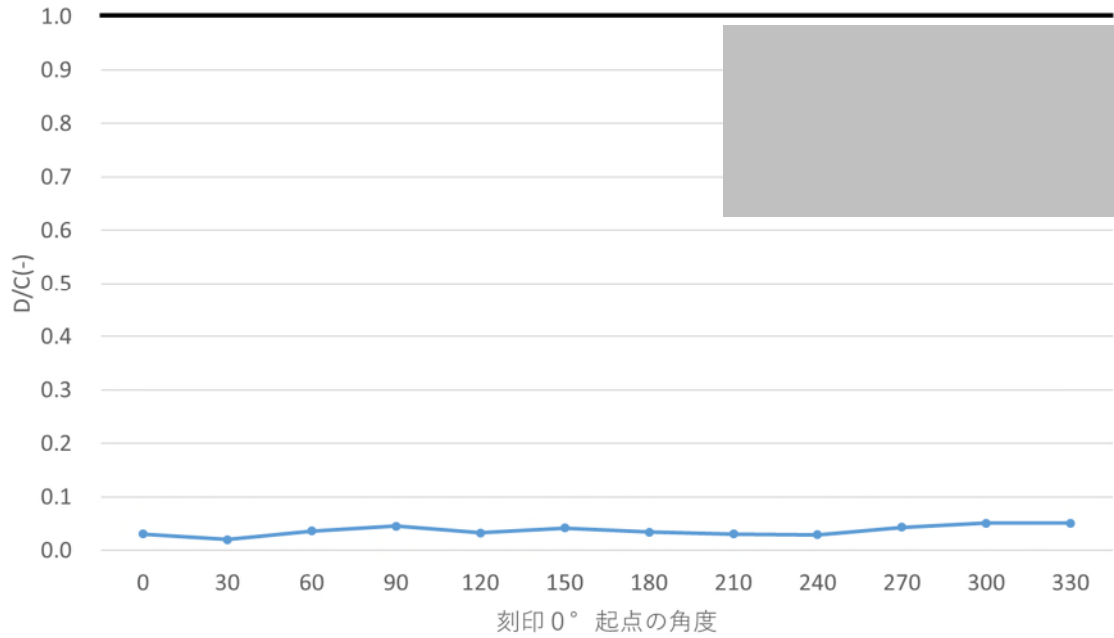
ロ：いずれの測定単位においても評価に用いる放射性物質の $\Sigma D/C$ が1を超えないこと。

<申請書の記載>

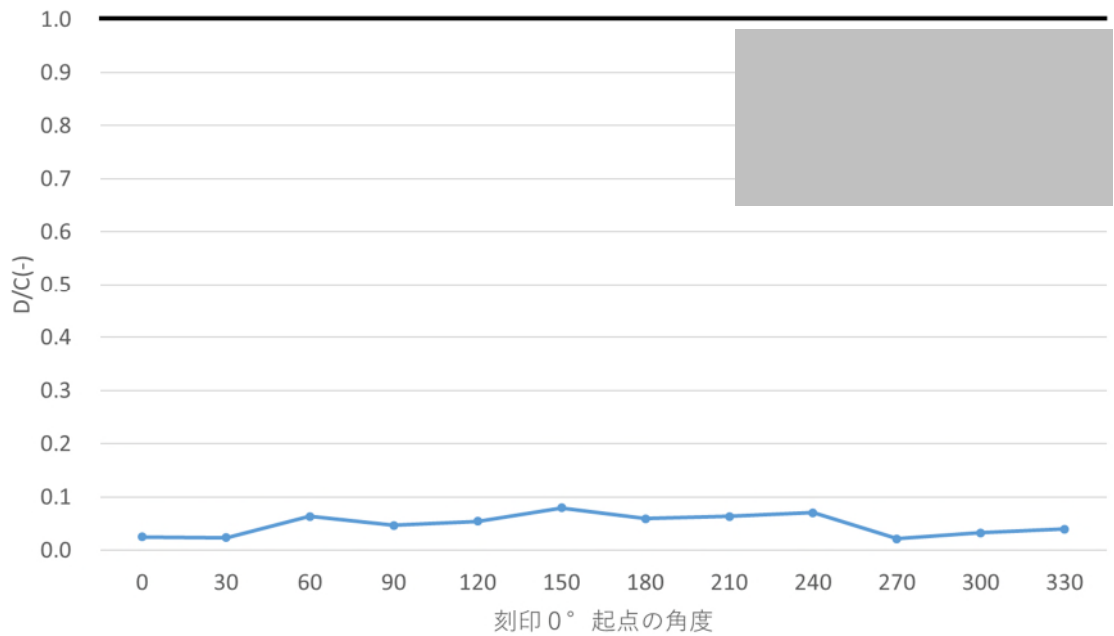
- ・認可申請書添付書類四において「二次的な汚染による汚染の程度は、上記の値 [] に「(添付2)表-3」に示す比表面積 [] を乗じることにより、放射能濃度 (^{60}Co) は 0.01Bq/g 程度、 D/C (^{60}Co) は 0.1 程度と評価した。また、保守的に表面汚染密度を [] と設定し、同様に放射能濃度 (^{60}Co) を求めると 0.03 Bq/g となり、 D/C (^{60}Co) は 0.3 程度であり基準値を下回ると評価した。以上より、二次的な汚染による「測定単位」の評価対象核種の D/C (^{60}Co) は 1 以下であると評価した。」と記載している。
- ・また、二次的な汚染の実測により、「測定単位」の評価対象核種の D/C (^{60}Co) は 1 以下であることを確認した結果を次頁以降に図示する。

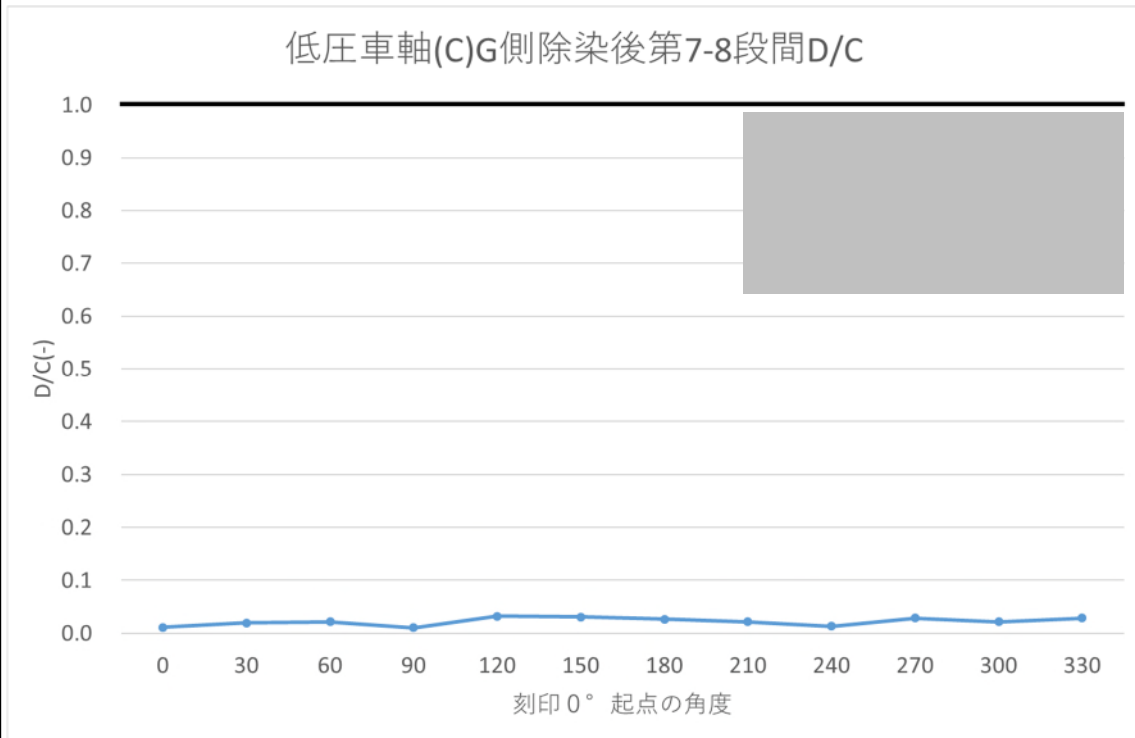
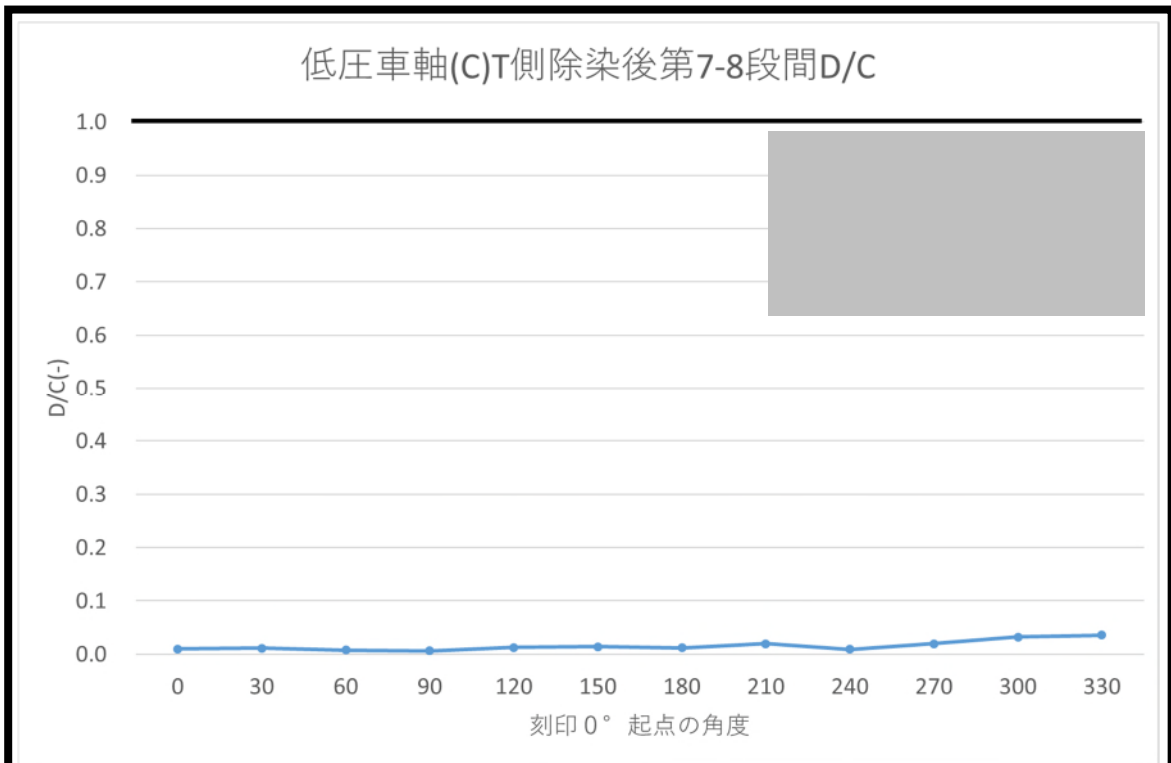


低圧車軸(B)T側除染後第7-8段間D/C



低圧車軸(B)G側除染後第7-8段間D/C



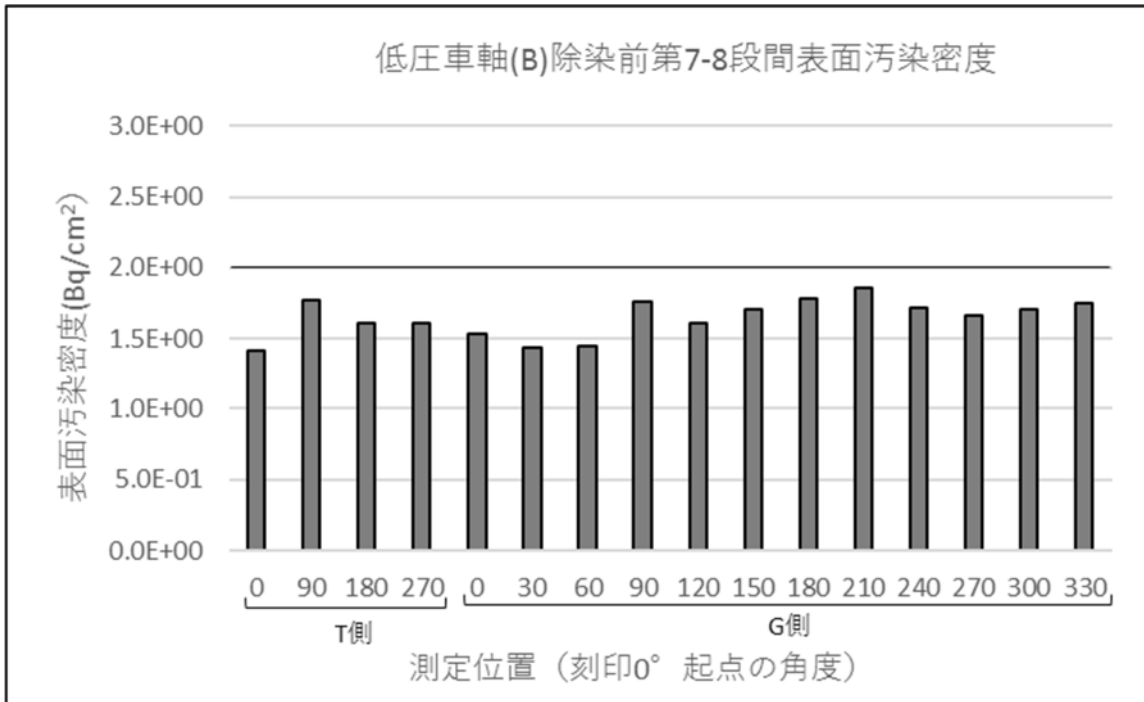


(添付2) 図-1 対象物の表面汚染密度の分布(3/4)

認可申請書 (抜粋)

(3) 低圧車軸 (B) 第7-8段間の周方向の確認 (除染前)

- ・測定対象：低圧車軸 (B) 軸方向の確認で表面汚染密度が最大であった第7-8段間。
- ・測定箇所：周方向の代表点。
- ・測定結果は以下のとおりである。



低圧車軸 (B) 第7-8段間	測定位置 (°)	表面汚染密度 (Bq/cm²)
T側	0	1.4
	90	1.8
	180	1.6
	270	1.6
G側	0	1.5
	30	1.4
	60	1.4
	90	1.8
	120	1.6
	150	1.7
	180	1.8
	210	1.9
	240	1.7
	270	1.7
	300	1.7
	330	1.7

<補足>

- ・上記 (3) は (1) 及び (2) とは別の測定であるので同一箇所でも値は異なる。

(添付2) 図-1 対象物の表面汚染密度の分布(4/4)

認可申請書 (抜粋)

2. 低圧車軸の汚染状況の確認 (除染後)

- ・測定対象：低圧車軸 (A) ~ (C) の第7-8段間。
- ・測定箇所：周方向の代表点。
- ・測定結果は以下のとおりである。除染前に表面密度汚染が最も高い値を示した低圧車軸 (B) では $0.11\sim 0.44\text{Bq/cm}^2$ の範囲で分布し平均 0.24Bq/cm^2 であり、各低圧車軸とも一定レベル以下で周方向には均一な汚染傾向を示す。

(令和2年4月1日時点)

測定位置 (°)		表面汚染密度 (Bq/cm ²)		
		低圧車軸 (A)	低圧車軸 (B)	低圧車軸 (C)
T側	0	1.8×10^{-1}	1.7×10^{-1}	5.6×10^{-2}
	30	1.0×10^{-1}	1.1×10^{-1}	6.2×10^{-2}
	60	2.1×10^{-1}	2.0×10^{-1}	4.2×10^{-2}
	90	2.8×10^{-1}	2.5×10^{-1}	3.5×10^{-2}
	120	3.6×10^{-2}	1.8×10^{-1}	7.0×10^{-2}
	150	1.7×10^{-1}	2.3×10^{-1}	7.9×10^{-2}
	180	2.3×10^{-1}	1.9×10^{-1}	6.7×10^{-2}
	210	1.1×10^{-1}	1.7×10^{-1}	1.1×10^{-1}
	240	2.3×10^{-1}	1.6×10^{-1}	5.2×10^{-2}
	270	1.6×10^{-1}	2.4×10^{-1}	1.1×10^{-1}
	300	2.2×10^{-1}	2.8×10^{-1}	1.8×10^{-1}
	330	3.3×10^{-1}	2.8×10^{-1}	2.0×10^{-1}
G側	0	2.1×10^{-1}	1.4×10^{-1}	6.4×10^{-2}
	30	6.5×10^{-2}	1.3×10^{-1}	1.1×10^{-1}
	60	2.0×10^{-1}	3.5×10^{-1}	1.2×10^{-1}
	90	2.4×10^{-1}	2.6×10^{-1}	6.0×10^{-2}
	120	8.3×10^{-2}	3.0×10^{-1}	1.8×10^{-1}
	150	2.0×10^{-1}	4.4×10^{-1}	1.7×10^{-1}
	180	2.0×10^{-1}	3.3×10^{-1}	1.5×10^{-1}
	210	8.4×10^{-2}	3.5×10^{-1}	1.2×10^{-1}
	240	1.7×10^{-1}	3.9×10^{-1}	7.6×10^{-2}
	270	7.9×10^{-2}	1.2×10^{-1}	1.6×10^{-1}
	300	2.1×10^{-1}	1.8×10^{-1}	1.2×10^{-1}
	330	1.5×10^{-1}	2.2×10^{-1}	1.6×10^{-1}
最大		3.3×10^{-1}	4.4×10^{-1}	2.0×10^{-1}
最小		3.6×10^{-2}	1.1×10^{-1}	3.5×10^{-2}
算術平均値		1.7×10^{-1}	2.4×10^{-1}	1.1×10^{-1}
		1.7×10^{-1}		

①提出資料（2020年7月9日）からの修正箇所を で示す。

②本資料のうち申請書に反映する内容を赤字で示す。

資料番号 1-2

2020年7月22日
中部電力株式会社

Ge 半導体検出器で ^{60}Co を測定する際の検出限界計数率について (No.3)

No.	Page	質問・コメント等
3-1		添付書類六に関して、Ge 半導体検出器で ^{60}Co を測定する際の検出限界計数率の式を記載すること。
3-2		審査基準 3.4(2)イに関して、検出限界値の式が5号炉低圧車軸の認可申請書と4号炉低圧車軸の認可申請書で異なっているのはなぜか。 (5号の式では、前面遮蔽した場合を考慮した評価式になっている。)
3-3		審査基準 3.4(2)イに関して、7月9日資料番号 2-3 No.3 では、検出限界カウントに関する式となっているが、対象物による遮へい効果を放射能換算係数で考慮していることが分かるように、放射能濃度の式に変更すること。
3-4		審査基準 3.4(2)イに関して、クリアランスレベル以下であることの判断が可能となるような検出限界値として 0.05Bq/g としたことの根拠を記載すること。 (審査基準 3.3(2)では、「測定値として不確かさを考慮した 95%上限値を用いること」が示されているが、 0.05Bq/g の検出限界値は、審査基準に示されている不確かさを考慮した 95%上限値にはなっていない。一方、審査基準 3.4(2)イでは、「クリアランスレベル以下であることの判断が可能となるように検出限界値を設定すること」が示されている。したがって、 0.05Bq/g の検出限界値は、検出限界値の不確かさを考慮したとしてもクリアランスレベルを判断できる値であることを説明する必要がある。)

【No.3-1 に関する回答】

・二次的な汚染の評価対象核種 (^{60}Co) の放射エネルギー測定に用いる Ge 半導体検出器の検出限界放射能濃度は、(1) 式に示す通り、検出限界放射能 λ を測定単位の重量で除することで算出する。

$$A_d = CF_{Ge} \frac{\frac{k^2}{t_T} + \sqrt{\left(\frac{k^2}{t_T}\right)^2 + 4(1 - k^2 r_2^2)k^2 \left[\frac{n_B + m_N}{t_T} + \sigma_B^2 + \sigma_{mn}^2\right]}}{2(1 - k^2 r_2^2)W} \quad (1)$$

A_d : 検出限界放射能濃度 (Bq/g)

- k : 定数 ($k=3$) (—)
 t_T : 測定時間 (s)
 n_B : バックグラウンド計数率 (s^{-1})
 σ_B : n_B の標準誤差 (s^{-1})
 m_N : 放射能濃度確認対象物と可搬型 Ge 半導体検出器の間を遮蔽した状態で測定した主要核種 (^{60}Co) ピークの計数率 (s^{-1})
 σ_{mn} : m_N の標準誤差 (s^{-1})
 CF_{Ge} : 放射能換算係数 (Bq/s^{-1})
 r_2 : 放射能換算係数の相対誤差 (—)
 W : 測定単位の重量 (g)

n_B , σ_B , m_N 及び σ_{mn} はスペクトル解析²⁾によって求める。

r_2 は放射能量を大きく評価するよう放射能換算係数を設定することから 0%とする。

【No.3-2 に関する回答】

・7月9日資料番号 2-3 No.3 では検出限界値はガンマ線分析詳細仕様説明書³⁾を準拠したが、再検討した結果、浜岡5号炉低圧車軸の認可申請書と同等の式を採用する。

・浜岡5号炉低圧車軸では、検出限界値は放射能を記載したが、浜岡4号炉低圧車軸では、検出限界値を測定単位の重量で除した放射能濃度を記載する。

【No.3-3 に関する回答】

・放射能換算係数 CF_{Ge} は (2) 式に示すとおり、
 [redacted] 対象物の遮へい効果を考慮している。

$$CF_{Ge} = [redacted] \quad (2)$$

CF_{Ge} : 放射能換算係数 (Bq/s^{-1})。

【No.3-4 に関する回答】

- ・ 検出限界値は拡張不確かさを考慮してもクリアランスレベルを下回るように設定する。

^{60}Co のクリアランスレベルは 0.1Bq/g であるため、検出限界値は 0.05Bq/g となる。このように設定すれば、クリアランスレベルを上回っているものが、検出限界値以下となって誤ってクリアランスレベルを下回ったと判定されることはない。この考えは浜岡 1 号及び 2 号原子炉施設の廃止措置第 2 段階で発生する解体撤去物の認可申請書⁵⁾と同様である。

(参考文献)

- 1) クリアランスの判断方法：2005（一般社団法人 日本原子力学会）
- 2) 文部科学省放射能測定法シリーズ「ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」（平成 4 年改訂）
- 3) ガンマ線分析詳細仕様説明書（Gamma Studio, SEIKO EG&G）
- 4) 原子力教科書 放射線遮蔽（オーム社）
- 5) 浜岡原子力発電所において用いた資材等に含まれる放射性物質の放射能濃度の測定及び評価の方法の認可申請書（1 号及び 2 号原子炉施設の廃止措置第 2 段階で発生する解体撤去物の一部）の一部補正についての回答書 No.128-5,132-5,141-5 測定装置（放射能濃度換算係数不確かさ）について

以上

参考文献 1) クリアランスの判断方法：2005（一般社団法人 日本原子力学会）P84



参考文献 1) クリアランスの判断方法：2005（一般社団法人 日本原子力学会）

P103



参考文献 2) 文部科学省放射能測定法シリーズ「ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」(平成 4 年改訂) P139





参考文献 5) 浜岡原子力発電所において用いた資材等に含まれる放射性物質の放射能濃度の測定及び評価の方法の認可申請書（1号及び2号原子炉施設の廃止措置第2段階で発生する解体撤去物の一部）の一部補正についての回答書 No.128-5,132-5,141-5 測定装置（放射能濃度換算係数不確かさ）について

二次的な汚染の生成メカニズムについて (No.9)

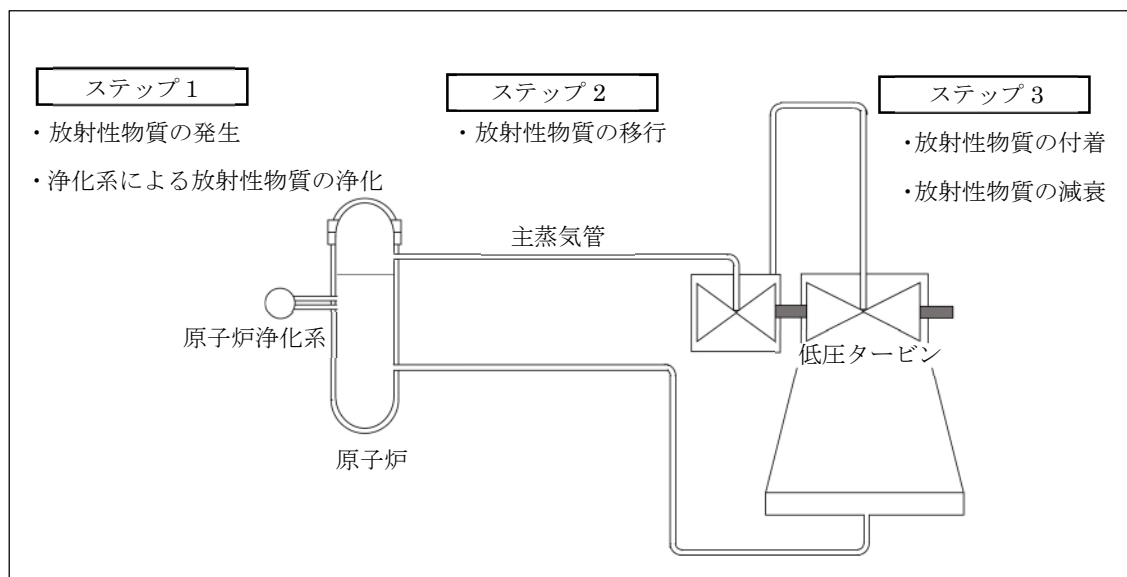
No.	Page	質問・コメント等
9-1	添付図表 3-3～3-6	審査基準 3.1(1)イ②に関して、二次的な汚染の生成メカニズムについて、核種の生成率は母材の元素組成率と一定としていること、付着率は生成率と一定としていることの根拠を記載すること。 (審査基準 3.1(1)②では、放射性物質の組成を精度よく評価するというよりも、「放射性物質の種類が幅広く選定されるように、合理的な範囲で当該計算及び評価がされていること」としている。)
9-2	添付図表 3-4	申請書(添付図表 3-4 頁)の二次的な汚染の生成メカニズムにおいて、CP核種およびFP核種の生成率は原子炉水中の放射能濃度が一定、また生成された原子炉水中の核種の個数が一定を条件としているが、その根拠を示すこと。

【No.9-1 及び 9-2 に関する回答】

以下の内容を申請書((添付3)図-3)に反映する。

二次的な汚染の生成メカニズムとして、評価対象核種が幅広く選択できることを考慮して、放射性物質の発生、浄化、移行、付着及び減衰をモデル化して評価対象核種選択のための放射能濃度を求める。

放射性物質の付着は運転中に徐々に進行し、付着後、放射性物質は減衰する。具体的には、以下の体系とする。



1. 発生

(1) CP 核種

- CP 核種の親元素であるステンレス鋼が一次冷却水中に溶出する際、ステンレス鋼の元素組成で溶出し、原子炉内で中性子照射により放射化されるものとする。
- CP 核種の親元素は、浜岡 4 号炉と同じ炉型 (BWR) である浜岡 1, 2 号炉 (BWR) 及び 5 号炉 (ABWR) の原子炉を含む一次冷却系の接液面積はステンレスが最大であることから、浜岡 4 号炉においてもステンレス鋼を CP 核種の親元素として評価対象核種の選択を行う。その際、ステンレス鋼以外の構造部材が評価対象核種の選択に与える影響を確認している。詳細は、後述 (4. 付着・減衰)、添付書類三の 2.2 項及び 2.6 項に記載のとおりである。

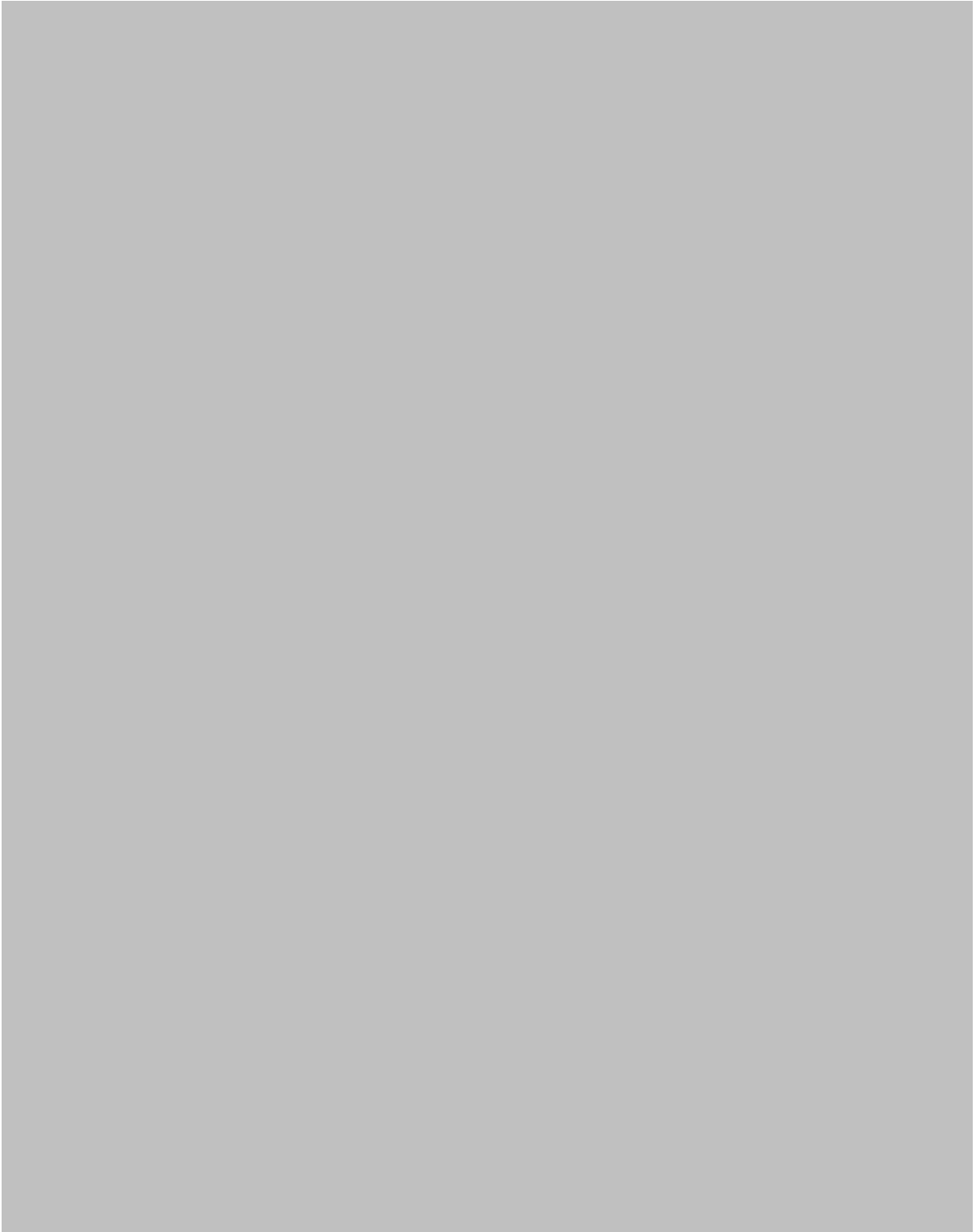
- 以上より、ステンレス鋼の組成のまま一次冷却水中に溶出して放射化されるとして評価する。

(2) FP 核種

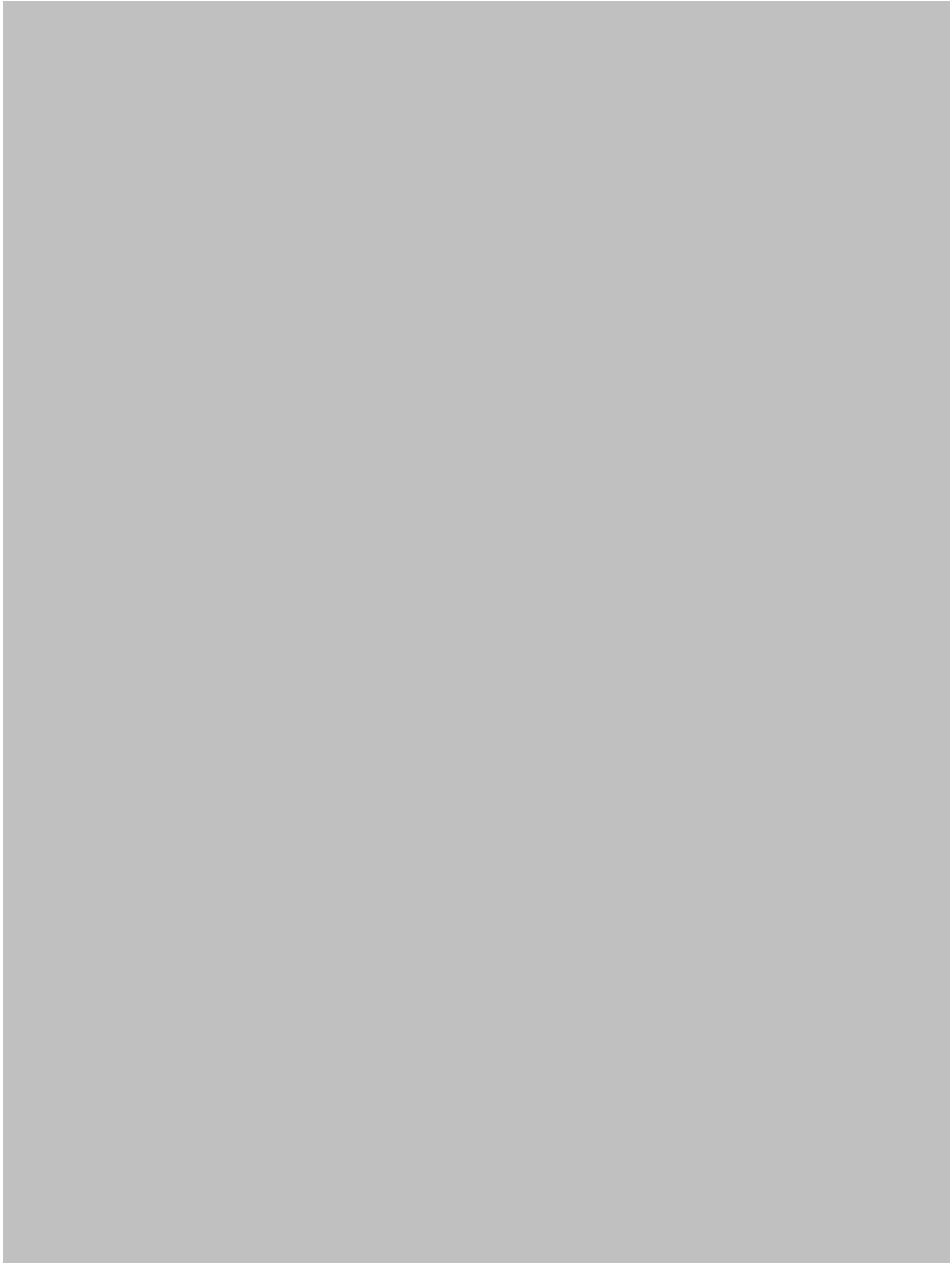
- FP 核種の親元素である天然ウランが一次冷却水中に溶出する際、ウラン同位体の挙動は同じであるとみなし、構造材中の天然ウランの同位体組成のまま溶出するものとする。

2. 浄化

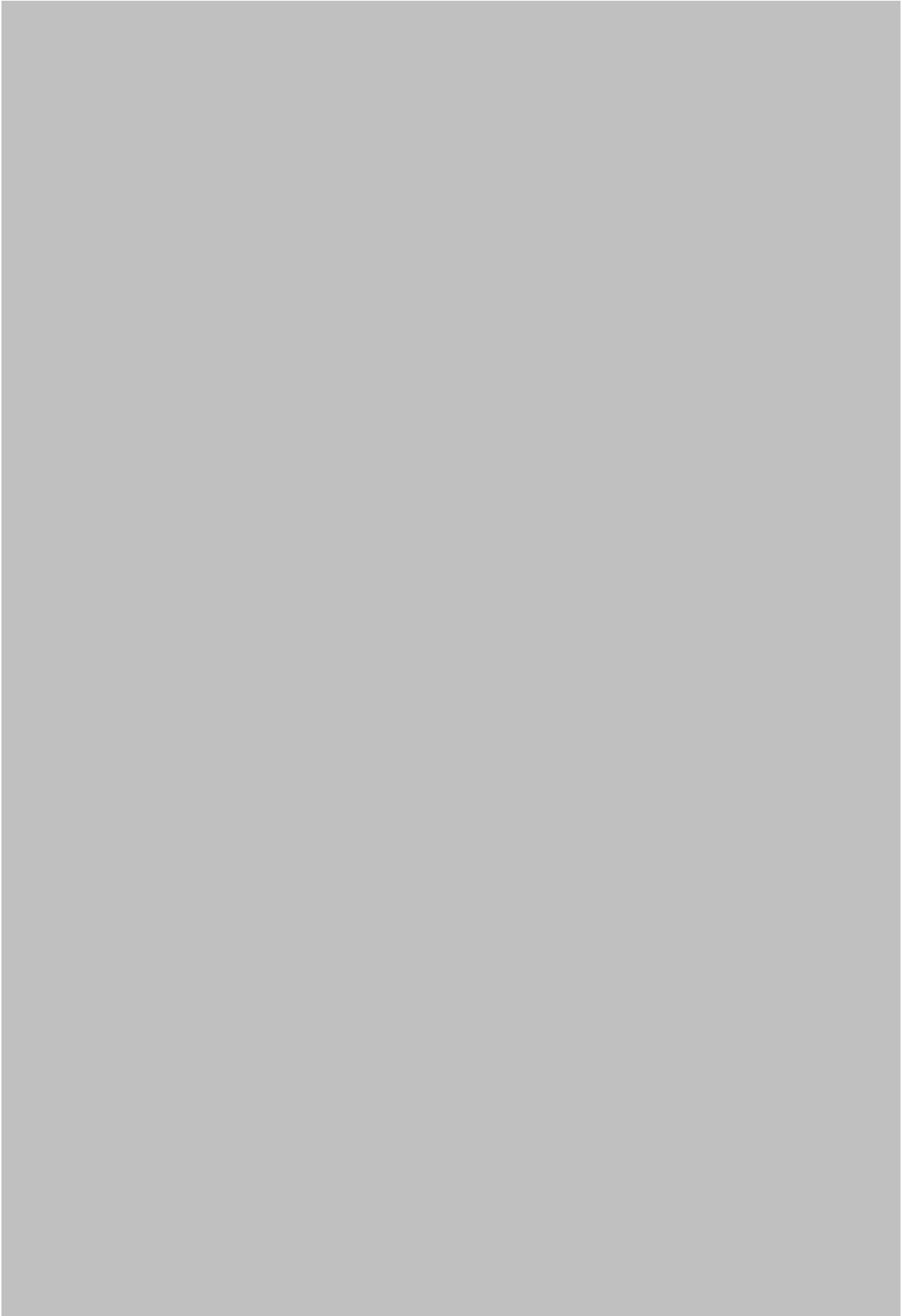
- 原子炉一次系の浄化系では、フィルタ機能を有するイオン交換樹脂によって行い、溶解性及び不溶解性の不純物を浄化している。
- 二次的な汚染の生成メカニズムとして発生・浄化を考慮すると、原子炉水中のある核種の個数は以下のとおりとなる。



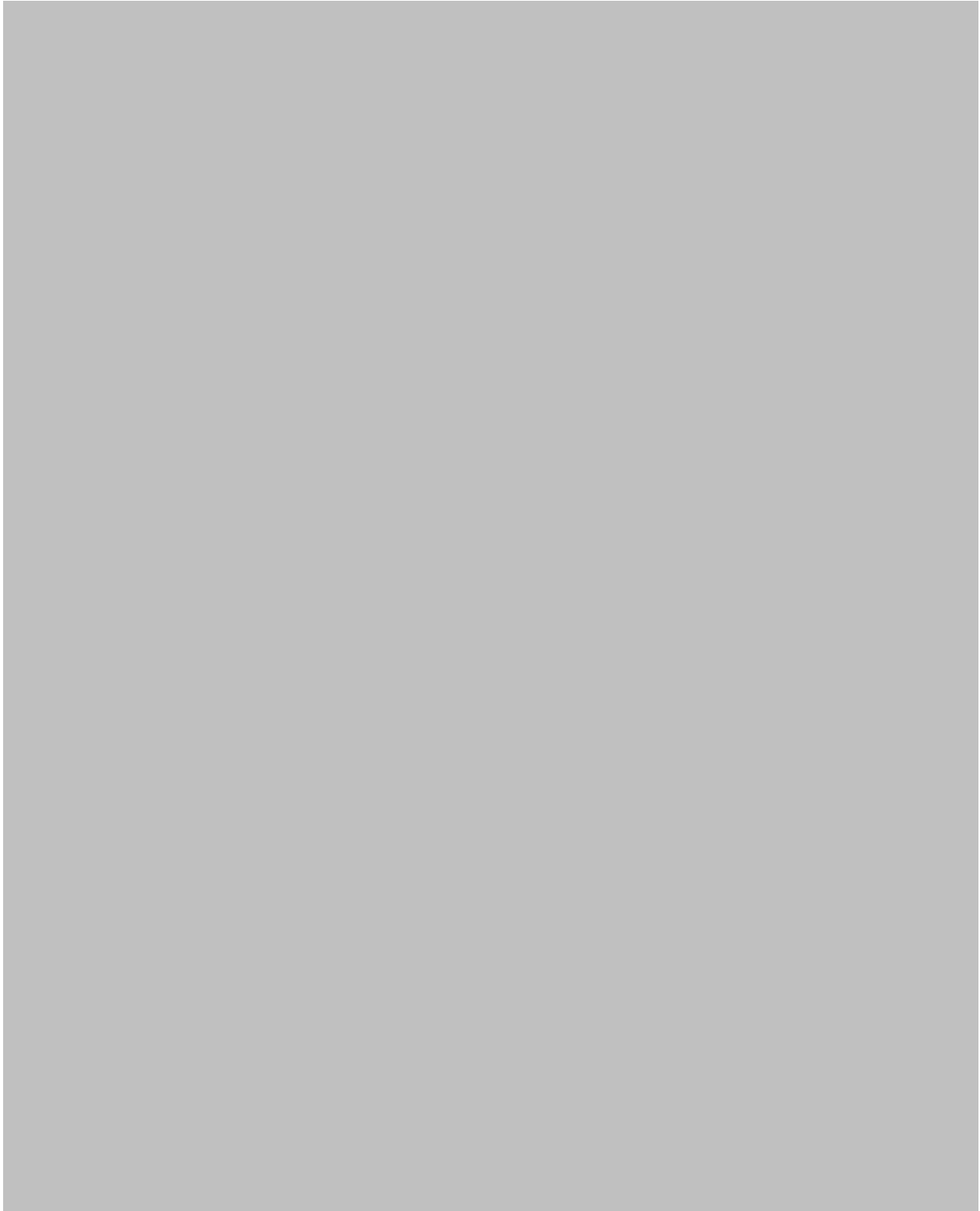
- ・対象物が使用されていた原子炉運転中の最後の2サイクル(第11サイクル及び第12サイクル。第13サイクルは運転期間が短いため除外した。)における、原子炉水中の ^{60}Co 放射能濃度の推移を以下に示す。



2020年7月22日
中部電力株式会社



- ・対象物が使用されていた原子炉運転中の最後の2サイクル（第11サイクル及び第12サイクル。第13サイクルは運転期間が短いため除外した。）における，原子炉水中の ^{131}I 放射能濃度の推移を以下に示す（測定結果は炉水1gあたりの放射エネルギーであるが，炉水の比重を $1\text{g}/\text{cm}^3$ とし，炉水 1cm^3 あたりの放射エネルギーで整理した。）。



3. 移行



4. 付着・減衰

- ・対象物への付着は，運転中における経年的な蓄積と逐次壊変の減衰を考慮する。



1) サイクル設定（照射期間及び停止期間）



2) 単位時間当たりの付着量



3) 1 運転サイクル中（単位サイクル当たり）の付着量



4) 全サイクルの付着量



5. 放射能濃度比の導出



以上

【参考文献】

原子力安全委員会「主な原子炉施設におけるクリランスレベルについて」（平成11年3月17日）P82

表-4-5 放射性核種組成に基づく相対重要度評価結果（BWR、PWR、GCR）（1/2）

BWR	原子炉停止後0.5年（運転廃棄物）					原子炉停止後6年後（解体廃棄物）				
	放射化物			汚染物		放射化物			汚染物	
	ステンレス	炭素鋼	コンクリート	汚染	燃料損傷	ステンレス	炭素鋼	コンクリート	汚染	燃料損傷
最重要	Co-60	Co-60	Eu-152	Co-60	Co-60	Co-60	Co-60	Eu-152	Co-60	Co-60
1桁目		Mn-54	Co-60					Co-60		
2桁目	Mn-54	Fe-59	H-3 Sc-46 Eu-154	Mn-54 Co-58	Mn-54 Co-58 Cs-134			H-3 Eu-154		
3桁目	Co-58 Fe-59	Fe-55 Co-58 Zn-65 Sb-124 Eu-152	Mn-54 Fe-55 Fe-59 Zn-65	Fe-59 Zn-65	Fe-59 Zn-65 Sr-90 Cs-137		Fe-55 Eu-152	C-14		Sr-90 Cs-134 Cs-137

PWR	原子炉停止後0.5年（運転廃棄物）					原子炉停止後6年後（解体廃棄物）				
	放射化物			汚染物		放射化物			汚染物	
	ステンレス	炭素鋼	コンクリート	汚染	燃料損傷	ステンレス	炭素鋼	コンクリート	汚染	燃料損傷
最重要	Co-60	Co-60	Co-60	Co-60	Co-60	Co-60	Co-60	Eu-152	Co-60	Co-60
1桁目		Mn-54	Mn-54 Eu-152					Co-60		
2桁目	Mn-54 Co-58	Fe-59	H-3 Sc-46 Cs-134 Eu-154	Mn-54 Co-58	Mn-54 Co-58 Sr-90 Cs-134 Cs-137			H-3 Eu-154		Sr-90 Cs-137 Pu-238
3桁目	Fe-59 Zn-65	Fe-55 Co-58 Zn-65 Eu-152	Fe-59 Co-58 Te-123m Tb-160 Ta-182	Nb-94	Nb-94 Ru-106 Eu-154 Pu-238 Pu-239 Pu-240 Pu-241 Cm-244		Eu-152	Cs-134	C-14 Nb-94	C-14 Nb-94 Cs-134 Eu-154 Pu-239 Pu-240 Pu-241 Cm-244

本資料のうち申請書に反映する内容を赤字で示す。

資料番号 1-2

2020年7月22日
中部電力株式会社

Ge 半導体検出器でバックグラウンドを測定する場合について(No.10)

No.	Page	質問・コメント等
10		審査基準 3.4(2)イに関して、資料番号 2-1 (6 頁) では、Ge 半導体検出器の測定において、バックグラウンドを補正する場合は測定場所周辺の環境が変わらないものとして扱っているが、その根拠を示すこと。また、Ge 半導体検出器でバックグラウンドを測定する時は検出器の前面を遮蔽するのか。

・「(添付6) 表-1」に示すとおり、評価対象核種 (^{60}Co) の γ 線の計数率 (s^{-1}) が検出限界値以上の場合、対象物と Ge 半導体検出器の間に 5.0cm の遮へい体 (鉛) を設置して「測定領域」以外からの γ 線の計数率 (s^{-1}) を測定する。

・この遮へい体 (鉛) を測定器の前面に設置する時間は5分程度であるため、評価対象核種 (^{60}Co) の γ 線を測定後、「測定領域」以外からの γ 線を測定するまでの時間は短時間であり、測定場所周辺の環境は変わらないものとして扱う。

以上

本資料のうち申請書に反映する内容を赤字で示す。

放射線測定装置の測定性能について (No.12)

No.	Page	質問・コメント等
12-1	—	審査基準 3.4.(1)イに関して、Ge 半導体検出器、NaI シンチレーションサーベイメータの測定性能（測定効率等）の検証結果などを記載すること。
12-2	—	審査基準 3.4.(1)イに関して、放射線測定装置である GM 管、プラスチックシンチレーション式サーベイメータに関する記載について、Ge 半導体検出器等と同等に申請書に記載すること。

【No.12-1 及び 12-2 に関する回答】

本申請の測定・評価に用いる放射線測定装置「Ge 半導体検出器及び NaI シンチレーションサーベイメータ」及び表面汚染密度の測定に用いるサーベイメータ「GM 管式サーベイメータ及びプラスチックシンチレーション式サーベイメータ」の要求性能、申請書における主な該当箇所及び性能検証を次頁以降に示す。

1. Ge 半導体検出器

No.	項目	内容	申請書該当箇所	性能検証
1-1	相対効率	・測定器の基本性能として相対効率 40%以上	・添付書類六 P6-11 ・(添付6) 図-1	・1年に1回の定期点検で確認
1-2	距離補正係数	・検出器固有の距離依存性の効率 ・放射能換算係数(ケースA及びケースB)の設定パラメータ	・添付書類六 P6-4~6-9	・下記(P4)に記載
1-3	角度依存効率	・ γ 線入射角度による角度依存性の効率 ・複数の検出器の幾何学的効率を包含できるように保守的に設定 ・放射能換算係数(ケースA及びケースB)の設定パラメータ	・添付書類六 P6-4~6-9, 6-13 ・(添付6) 表-4	・下記(P5)に記載
1-4	遮へい補正係数	・質量減衰係数 ・放射能換算係数(ケースB)の設定パラメータ ・「測定領域」外からの γ 線(BG)の補正	・添付書類六 P6-4~6-9 ・(添付6) 表-1	・下記(P6)に記載

2. NaI シンチレーションサーベイメータ

No.	項目	内容	申請書該当箇所	性能検証
2-1	測定範囲	・測定エネルギー範囲 50keV 以上 ・測定範囲: 0~30k s ⁻¹	・(添付6) 図-1	・検出器仕様
2-2	距離補正係数	・検出器固有の距離依存性の効率 ・放射能換算係数(ケースA)の設定パラメータ	・添付書類六 P6-4~6-9	・下記(P7)に記載
2-3	角度依存効率	・ γ 線入射角度による角度依存性の効率 ・放射能換算係数(ケースA)の設定パラメータ	・添付書類六 P6-4~6-9, 6-13	・下記(P8)に記載

<補足>

- ・NaI シンチレーションサーベイメータを用いる「測定領域」は、検出器と対象物との間に遮へいとなる部分が存在せず、またバックグラウンドを含めた計数率で評価を行うことから、Ge 半導体検出器とは異なり、遮へい補正係数は設定しない。

3. GM 管式サーバイメータ (型式 : TGS146B)

No.	項目	内容	申請書該当箇所	性能検証
3-1	機器効率	・測定結果 30%(⁶⁰ Co)以上	・添付書類六 P6-11	・1年に1回 の定期点検 で確認

4. プラスチックシンチレーション式サーバイメータ (型式 : TCS-316)

No.	項目	内容	申請書該当箇所	性能検証
3-1	機器効率	・測定結果 $50\%/2\pi \pm 25\%$ 以内 (37.5%~62.5%) であること	・添付書類六 P6-11	・1年に1回 の定期点検 で確認

1. Ge 半導体検出器

放射能換算係数 (Bq/s^{-1}) の設定に用いる Ge 半導体検出器の効率は、標準線源を使用した試験を行うことで、実測に基づき設定する。

(1) 距離補正係数 ($\text{Bq/s}^{-1} \cdot \text{mm}^{-2}$)



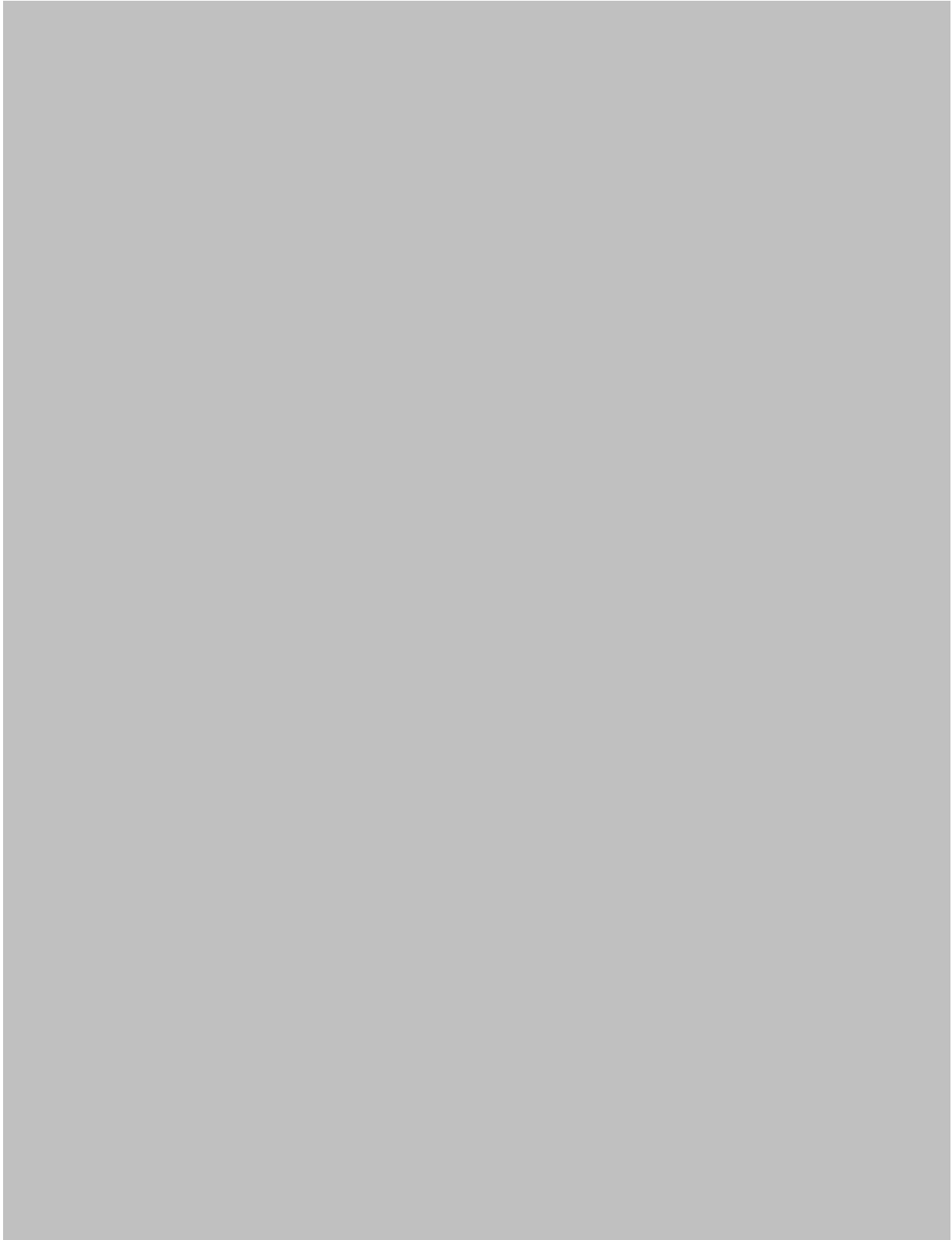
(2) 角度依存効率 (一)

- ・ γ 線が Ge 半導体検出器に入射する際、その入射角度による感度変化を確認するため、標準線源を用いて試験を行い、その効果を確認した。



(3) 遮へい補正係数 (mm^{-1})

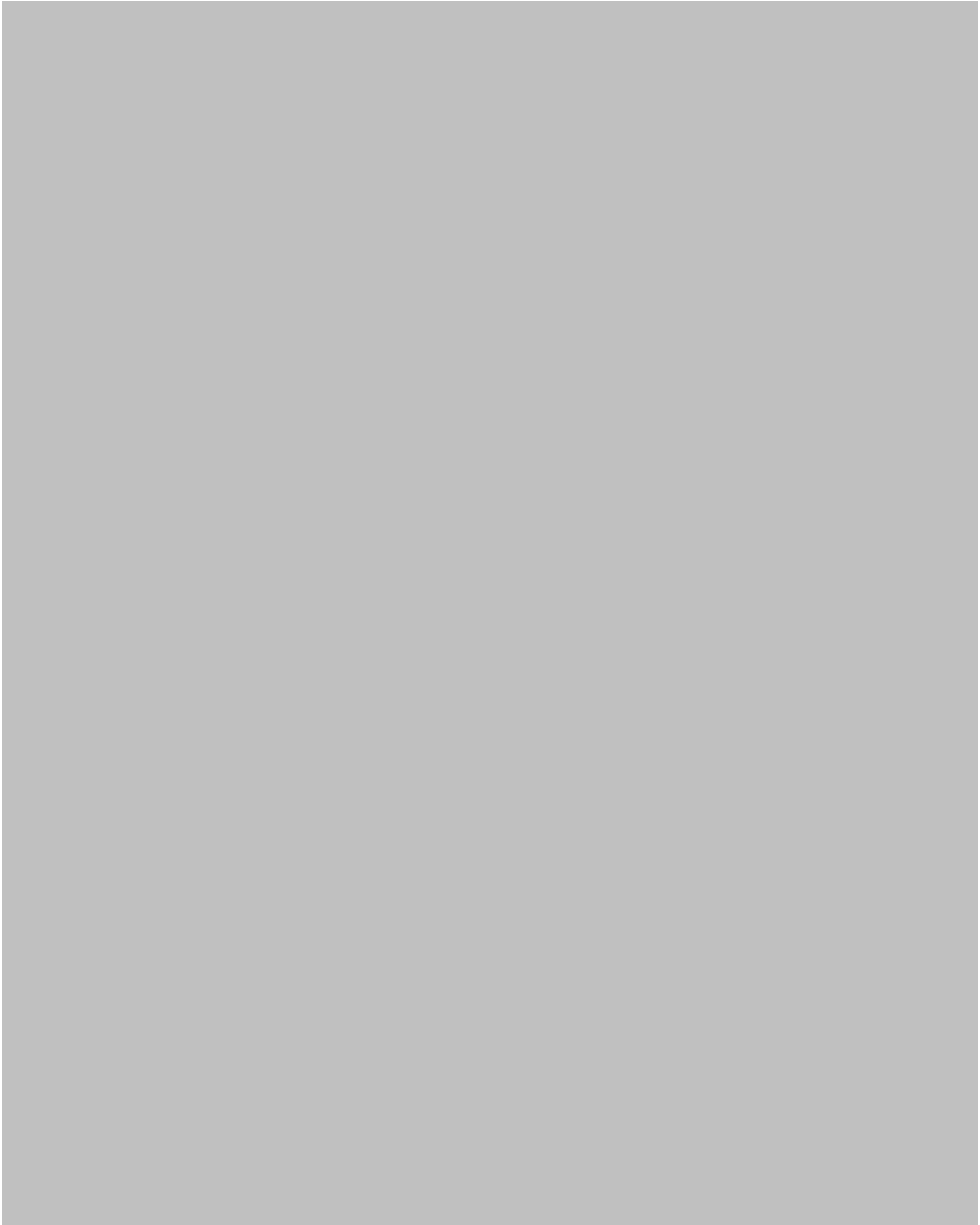
- ・標準線源を用いて試験を行い、遮へい厚により測定値（計数率）が指数関数で減少することを確認し、測定値をフィッティングして遮へい補正係数を求めた。



2. NaI シンチレーションサーベイメータ

NaI シンチレーションサーベイメータの幾何学的効率は、標準線源を使用した試験を行うことで、実測に基づき設定する。

(1) 距離補正係数 ($\text{Bq/s}^{-1} \cdot \text{mm}^{-2}$)



(2) 角度依存効率

- ・ γ 線が検出器に入射する際、その入射角度による感度変化を確認するため、標準線源を用いて試験を行い、その効果を確認した。

本資料のうち申請書に反映する内容を赤字で示す。

審査基準 3.5 「異物の混入等の防止措置」に関する整合性について(No.13)

No.	Page	質問・コメント等
13		<p>審査基準 3.5 「異物の混入等の防止措置」に関して、認可申請書に、対応している旨と具体的な措置について記載すること。具体的には以下のとおり。</p> <p>イ：保管場所での追加的な汚染の防止とは具体的に何をするのか、保管場所で放射化汚染は今後発生するのか</p> <p>ロ：立入制限では具体的に何をするのか</p> <p>ハ：異物の混入の防止について具体的に何をするのか（対象物が大きいために混入しない場合はその旨を記載すること）</p> <p>ニ：管理体制について具体的に記載すること</p> <p>ホ：測定装置は追加的な汚染のない場所で測定するのか</p> <p>ヘ：追加的な汚染のない運搬経路について具体的に記載すること</p>

別紙のとおり記載を修正する。具体的な措置を記載した箇所を太字で示す。

審査基準 3.5 「異物の混入等の防止措置」	当社の対応
<p>(1)イ：放射能濃度確認対象物については、容器等に収納する場合は、当該容器等に封入し、施設内のあらかじめ定められた放射性物質による追加的な汚染のない場所で保管していること。また、容器等に収納しない場合は、放射性物質による追加的な汚染のない保管場所で保管し、当該保管場所の出入口を施錠していること。</p>	<p>申請書本文 15 頁 2.対象物の管理方法</p> <ul style="list-style-type: none"> 対象物は切断して容器等に収納することはせず一体で取り扱い、対象物の「保管エリア」、「測定エリア」及び「確認待ちエリア」（以下、「保管エリア等」という。）は、放射性物質による追加的な汚染のないエリアとして管理し、出入口を施錠する。 <p>添付書類七 7-1 頁 1.共通事項</p> <ul style="list-style-type: none"> <u>対象物は切断して容器等に収納することはせず一体で取り扱い、「保管エリア」では、放射性物質による追加的な汚染*が生じないように区画して出入口を施錠管理するとともに、対象物は養生して保管管理する。「測定エリア」及び「確認待ちエリア」では、放射性物質による追加的な汚染*が生じないように区画して出入口を施錠管理するとともに、区画内にハウスを設置して汚染の恐れのない管理区域として対象物を保管管理する。</u> <p><u>※保管エリア等は、プラント運転および停止期間において放射化汚染の影響はなく、二次的な汚染を対象とし、追加的な汚染を防止する。</u></p>
<p>(1)ロ：製錬事業者等又は試験研究炉等設置者等の放射能濃度確認を担当する部署の者及び当該製錬事業者等又は試験研究炉等設置者等から承認を受けた者以外の者が上記イの保管場所に立ち入らないようにするための制限を行っていること。</p>	<p>申請書本文 15 頁 2.対象物の管理方法</p> <ul style="list-style-type: none"> 保管エリア等は、放射能濃度確認担当箇所の承認を受けた者以外の者が立ち入らないように制限する。 <p>添付書類七 7-1 頁 1.共通事項</p> <ul style="list-style-type: none"> 保管エリア等は、放射能濃度確認担当箇所の承認を受けた者以外の者が立ち入らないように、<u>区画、施錠により立ち入り制限を行う。</u>

<p>(1)ハ：放射能濃度の測定後の放射能濃度確認対象物に測定前の放射能濃度確認対象物等が混入しないように措置を講ずること。万一、異物が混入した場合にもその状況を確認することができるよう、測定時に放射能濃度確認対象物をモニター撮影する等の措置を講ずること。</p>	<p>申請書本文 15 頁 2.対象物の管理方法</p> <ul style="list-style-type: none"> ・対象物は異物が混入する構造になっていないため、測定後の対象物に測定前の対象物等が混入することはないが、対象物が「測定前」、「測定中」、「測定済み（国の確認前）」あるいは「確認済み（国の確認を受けた物）」であることが分かるように識別管理する。 <p>添付書類七 7-1 頁 1.共通事項</p> <ul style="list-style-type: none"> ・<u>対象物は異物が混入する構造になっていないため、異物混入状況を確認するための措置として測定時に対象物をモニター撮影することはしないが、対象物が「測定前」、「測定中」、「測定済み（国の確認前）」あるいは「確認済み（国の確認を受けた物）」であることが分かるように識別管理する。</u>
<p>(1)ニ：放射能濃度の測定後から原子力規制委員会の確認が行われるまでの間の製錬事業者等又は試験研究炉設置者等の管理体制が厳格な品質管理の下になされること等の措置を講ずること。</p>	<p>申請書本文 15,16 頁 2.対象物の管理方法</p> <ul style="list-style-type: none"> ・放射能濃度の測定後の対象物に放射性物質による追加的な汚染が生じないように管理するとともに、放射能濃度の測定から国の確認までの間、厳格な品質管理を行う。 ・対象物の取扱いに関する事項を浜岡原子力発電所原子炉施設保安規定等に定めて実施するとともに、継続的に改善していく。 <p>添付書類七 7-1 頁 1.共通事項</p> <ul style="list-style-type: none"> ・放射能濃度の測定後の対象物に放射性物質による追加的な汚染が生じないように管理するとともに、放射能濃度の測定から国の確認までの間、厳格な品質管理を行う。 ・これらの対象物の取扱いに関する事項を<u>浜岡原子力発電所原子炉施設保安規定及び社内規定に定めて実施</u>するとともに、継続的に改善していく。
<p>(1)ホ：放射能濃度測定装置の設置場所を追加的な汚染のない場所とすること。</p>	<p>申請書本文 15 頁 1.対象物の保管場所</p> <ul style="list-style-type: none"> ・放射線測定装置を用いた測定は、汚染のおそれのない管理区域である「測定エリア」

	<p>において実施する。</p> <p>添付書類七 7-1 頁 1.共通事項</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「測定エリア」は汚染のおそれのない管理区域とし、<u>区画内にハウスを設置することにより</u>異物の混入及び追加汚染を防止する。
<p>(1)へ：放射能濃度確認対象物の運搬に当たっては、追加的な汚染のおそれのある場所を通らないルートを選定すること等の措置を講ずること。</p>	<p>申請書本文 15 頁 2.対象物の管理方法</p> <ul style="list-style-type: none"> ・対象物の運搬は、追加的な汚染のおそれのない経路を選定する。 <p>添付書類七 7-1 頁 1.共通事項</p> <ul style="list-style-type: none"> ・対象物を運搬する際、追加的な汚染のおそれがない経路を選定する。<u>経路は原則汚染のおそれのない管理区域とする。汚染のおそれのある管理区域を選定する場合は、対象物を養生し追加的な汚染防止措置を講じる。</u>
<p>(2)イ：原子力規制委員会による確認において、経年変化（例えば、評価に用いる放射性物質の放射能濃度が放射性壊変により著しく減衰すること、放射能濃度確認対象物の表面状態がさび等により変化すること等）によって放射能濃度の測定が認可を受けた方法に従って行われていることを判別できない状況が発生することを防止するため、評価に用いる放射性物質のうち放射線測定法によって放射能濃度を測定する放射性物質の半減期を超える管理をしないこと、放射能濃度確認対象物の表面において放射線の測定効率が大きく変わるよう</p>	<p>申請書本文 15 頁 2.対象物の管理方法</p> <ul style="list-style-type: none"> ・測定及び評価を行った結果、放射化汚染と二次的な汚染の D/C (^{60}Co) の合計値がいずれの「評価単位」においても 1 以下となることを確認した低圧車軸は、評価対象核種 (^{60}Co) の半減期（約 5.3 年）を考慮し、最初の「評価単位」の測定日から 1 年以内に国の確認の申請を行う。 <p>添付書類七 7-2 頁 3.測定エリア</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国の確認を受ける対象物となった低圧車軸は、評価対象核種 (^{60}Co) の半減期（約 5.3 年）を考慮し、低圧車軸を構成する各「評価単位」の評価日のうち最初の評価日から 1 年以内に、国の確認の申請を行う。 <p>(参考)</p> <p>なお、本測定ではγ線を測定するため、腐食や劣化の影響はない。</p>

2020年7月22日
中部電力株式会社

な腐食や劣化が生じないよう管理を徹底すること等の措置を講ずること。	
-----------------------------------	--

以上

本資料のうち申請書に反映する内容を赤字で示す。

審査基準4「放射能濃度の測定及び評価のための品質保証」に関する整合性について
(No.14)

No.	Page	質問・コメント等
14		審査基準4.「放射能濃度の測定及び評価のための品質保証」に関して、認可申請書に、対応している旨と具体的な措置について記載すること。 具体的には以下のとおり。 イ：統一的に管理する者は誰か（保安規定に定めている場合はその旨を記載すること） ロ：教育・訓練に関するマニュアルを定めることを記載すること ハ：点検・校正に関するマニュアルを定めることを記載すること

別紙のとおり記載を修正する。具体的な措置を記載した箇所を太字で示す。

審査基準 4「放射能濃度の測定及び評価のための品質保証」	当社の対応
(1)イ：放射能濃度の測定及び評価並びに放射能濃度確認対象物の保管に関する業務を統一的に管理する者を定め、その責任を明らかにしていること。	添付書類八 8-1 頁 1.責任の明確化 ・放射能濃度の測定及び評価並びに対象物の保管管理に関する業務を統一的に管理する者を、 <u>浜岡原子力発電所原子炉施設保安規定に定め組織の中で明確にする。</u>
(1)ロ：放射能濃度の測定及び評価に係る業務は、それぞれの業務に必要な知識及び技術を習得した者に行わせているとともに、当該業務を実施する上で必要な定期的な教育及び訓練についてのマニュアル等を定め、これに基づいて教育及び訓練を実施していることが確認できる体制が定められていること。	添付書類八 8-1 頁 2.教育・訓練 ・放射能濃度の測定及び評価並びに対象物の保管管理に関する業務に必要な教育・訓練の実施事項を社内規定に定め明確にし、当該業務を実施する者への教育・訓練の実施及び技能の維持を図る。 ・放射能濃度の測定及び評価に必要な技能を習得した者が業務を実施するよう社内認定を行う。
(1)ハ：放射線測定装置の点検及び校正についてのマニュアル等を定め、これに基づいて点検及び校正が行われていることが確認できる体制が定められていること。	添付書類八 8-1 頁 4.放射線測定装置の管理 ・放射能濃度の測定及び評価に使用する放射線測定装置は、 <u>定期的な点検・校正を社内規定に定め実施する。</u>
(1)ニ：放射能濃度確認対象物とそれ以外の廃棄物が混在することのないうよう分別して管理する体制が定められていること。	添付書類八 8-1 頁 3.業務の実施 ・放射能濃度の測定及び評価並びに対象物の保管管理に関する業務は、浜岡原子力発電所原子炉施設保安規定、原子力品質保証規程及び品質保証計画書に基づく下部規程に具体的業務を定めて、業務を実施する。
(2)以上の点について、製錬等放射能濃度確認規則第5条第2項第7号及び試験炉等放射能濃度確認規則第5条第2項第7号に掲げる事項として、申請書の添付書類に記載されていること。	省略

以上