

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	保 1) 埋設個別 03 R1
提出年月日	2023 年 8 月 4 日

放射能濃度に係るスケーリングファクタの新規設定に係る
補足説明資料

本資料は、【保 1) 埋設個別 03 R0】の改訂版 (R1) である。

改訂内容を以下に示す。

- 文書構成の見直し
- 2012 年度から 2016 年度の全 α および Cs-137 放射能濃度<参考①>の追加
- 代表試料選定の考え方について追加
- 全 α 検出、未検出の SF 適用可否の判断の考え方について追加
- 参考①全 α , Cs-137 分析データ(濃廃セメント固化体)グラフ削除
参考②全 α , Cs-137 分析データ(洗浄セメント固化体)グラフ削除
- 記載の適正化

※【保 1) 埋設個別 03 R0】から変更した部分を緑字にて示す。

目 次

1. 概要	1
2. 「放射能濃度に係るスケーリングファクタの新規設定」の理由に係る説明	1
添付 玄海原子力発電所 3/4 号機改良型セメント固化体における全 α のスケーリングファクタ新規設定について	

1. 概要

本資料は、濃縮・埋設事業所廃棄物埋施設保安規定（以下、「保安規定」という。）のうち「放射能濃度に係るスケーリングファクタの新規設定」の理由について説明するものである。

2. 「放射能濃度に係るスケーリングファクタの新規設定」の理由に係る説明

九州電力・玄海 3/4 号機（以下、「玄海 3/4 号機」という。）の均質・均一固化体のうち、2012～2014 年度にセメント固化装置の洗浄工程で発生した廃棄体について、全 α /Cs-137 が従来 S F に対して適用範囲を外れていることを確認したことから、次年度廃棄体搬出に向けて2012～2014年度にセメント固化装置の洗浄工程で発生した廃棄体かつ3か年限定で全 α のスケーリングファクタを新規設定する。

なお、スケーリングファクタの新規設定する設定値の検討結果を添付に示す。

以上

**玄海原子力発電所3/4号機
改良型セメント固化体における
全αのスケーリングファクタ
新規設定について**

日本原燃株式会社
2023年8月4日

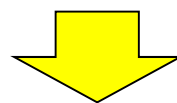
目次



1. 「保安規定」の変更理由	3
2. セメント固化体の概要	4
3. 従来SFの10倍を超過した要因の考察	5
4. SF設定値について	10
5. SF設定期間について	11
6. 2012年度から2016年度の全αおよびCs-137放射能濃度 ＜参考①＞	12
7. 全α検出、未検出のSF適用可否の判断について＜参考②＞	13
8. 充填固化体SF継続について＜参考③＞	14

1. 「保安規定」の変更理由

◆九州電力・玄海3/4号機（以下、「玄海3/4号機」）の均質・均一固化体のうち、セメント固化装置の洗浄工程で発生した廃棄体（以下、「洗浄セメント固化体」）のサンプリング分析において、2012～2014年の3か年に限りきわめて微量の全aが検出され、全a/Cs-137が従来スケーリングファクタ（以下、「従来SF」）の適用範囲を外れていることを確認した。

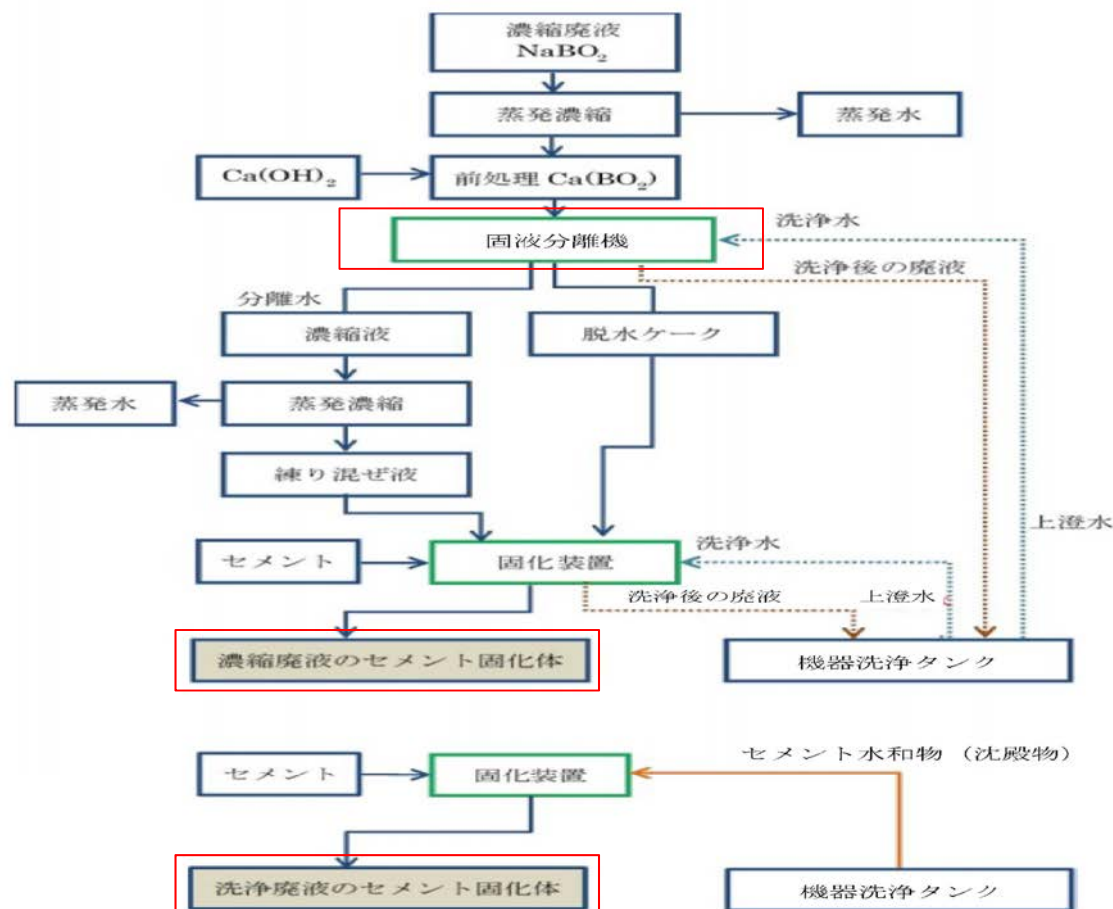


◆玄海3/4号機において2012年度以降に発生した均質・均一固化体を埋設するためには、「濃縮・埋設事業所 廃棄物埋設施設保安規定」において、全aのSFを新規設定する必要がある。

※ 6.「2012年度から2016年度の全aおよびCs-137放射能濃度〈参考①〉」参照

2. セメント固化体の概要

- ◆ 玄海3/4号機から発生する均質・均一固化体は以下の2種類
 - ✓ 濃縮廃液をセメント固化したもの（以下、「濃廃セメント固化体」）
 - ✓ 固液分離機を洗浄した廃液をセメント固化したもの（以下、「洗浄セメント固化体」）。「改良型セメント固化体」とも呼ばれる
- ◆ 濃縮廃液と洗浄廃液を別々にセメント固化する装置は玄海3/4号機固有



3. 従来SFの10倍を超過した要因の考察

【考察①】 SF等変動の主な変動要因等による影響の可能性

何故、従来SF(3.7×10^{-3})に対して10倍超過(最大で 6.5×10^{-1})したのか？



放射能濃度比の主な変動要因等について確認

◆ SF等変動の三要素に変更がないことについて

- ✓ 大規模な原子炉構成材料の変更：なし
- ✓ 燃料損傷の有無：2010年度に原子炉冷却材中のI-131濃度が上昇していた（※1）ものの、PWRプラントに対する判断基準（※2）を下回る
 - ※1：最大濃度 $5.9 \times 10^{-1} \text{Bq/cm}^3$
 - ※2：JNES-SS-0403およびJNES-SS-0806（I-129のスケールングファクタの継続使用に係る判断方法について）に示されたI-131濃度。PWRプラントの場合は $1 \times 10^4 \text{Bq/cm}^3$
- ✓ 固型化処理装置の変更：なし

◆ 分析方法等に係る要因について

- ✓ 試料分析方法の変更：なし
- ✓ 放射能測定器は定期的に点検・校正 → 点検結果に異常なし
- ✓ 試料の採取方法の変更：なし



主な変動要因等によるものではないことから、他の要因の可能性について考察する

3. 従来SFの10倍を超過した要因の考察



【考察②】 SF等変動の主な変動要因以外の影響の可能性

他の要因の可能性とは？



SFの10倍を超過したのは洗浄セメント固化体のみであり
セメント固化装置に起因する可能性がある



玄海3/4号機は濃縮廃液と洗浄廃液を別々にセメント固化する仕様
(スライド4参照)

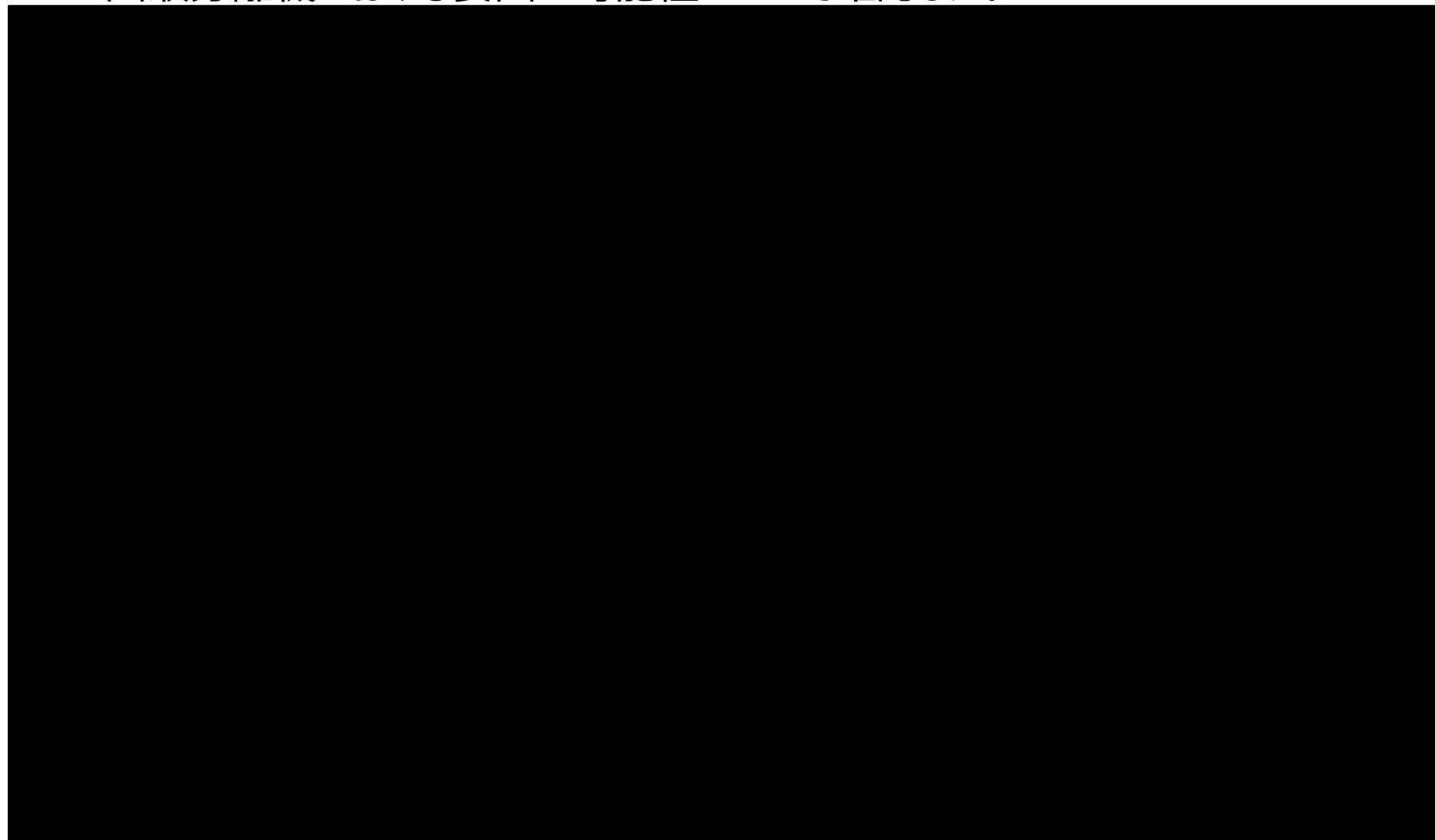


濃縮廃液を固相と液相に分離する固液分離機に
要因があるのではないか？

3. 従来SFの10倍を超過した要因の考察

【考察②】 SF等変動の主な変動要因以外の影響の可能性

➡ 固液分離機における要因の可能性について確認した。



3. 従来SFの10倍を超過した要因の考察

【考察②】 SF等変動の主な変動要因以外の影響の可能性

固液分離機内における核種移行特性について

◆ 濃廃セメント固化体と洗浄セメント固化体となる過程で、全 α とCs-137の核種移行特性の相違により、洗浄セメント固化体に全 α 、濃廃セメント固化体にCs-137が多く集まったものと推定している（下表に各年度の核種移行割合を示す）。

✓ 全 α の移行

- 固液分離過程で遠心力によりボウル内壁面に多く分布
- 固液分離機のボウル内スクレーンにより固相の大部分は掻き出されるが、ボウル内壁面に残留した固相は洗浄により機器洗浄タンクに移行

✓ Cs-137の移行

- 溶解性が比較的大きいため、分離水（液相）への移行割合が大きく、脱水ケーキ（固相）への移行割合は小さい

表 全 α およびCs-137の核種移行割合（2011年度～2015年度）

全 α (*NDを示す)	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度
濃廃	90.9%*	76.3%*	82.9%*	78.9%*	88.9%*
洗浄	<u>9.1%*</u>	<u>23.7%</u>	<u>17.1%</u>	<u>21.1%</u>	<u>11.1%*</u>
Cs-137 (*NDを示す)	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度
濃廃	99.4%	98.7%	98.0%	98.8%	99.0%
洗浄	0.6%	1.3%	2.0%	1.2%	1.0%

3. 従来SFの10倍を超過した要因の考察

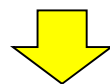
【考察②】 SF等変動の主な変動要因以外の影響の可能性
前表の結果から、次のことが考えられる。

<事実>

- ✓ Cs-137は、濃廃セメント固化体側に多く含まれる傾向があり、2012～2014年度によらず、その傾向に大きな変化は見られない。
- ✓ 全aは、2012～2014年度の洗浄セメント固化体の割合が2011,2015年度（全a：検出限界値）と比較し大きい。
- ✓ 2011年度，2015年度の全aは検出限界値である。

<考察>

- ✓ 2011年度は、全aが検出限界値であるため、2010年度の燃料損傷による影響がない、または影響があった場合でも放射化学分析では検出できない濃度領域に存在していたと考えられる。
- ✓ 2015年度は、全aが検出限界値であるため、燃料損傷による影響が2014年度までに留まり、放射化学分析では検出できない濃度領域に推移したと考えられる。



<結論>

以下に示す理由により、10倍超過に至ったものと推定される。

- 2010年度の軽微な燃料損傷に伴い、洗浄廃液のa濃度が有意値となった。
- 固化処理装置内での全aとCs-137の移行特性の違いにより、洗浄セメント固化体の全aとCs-137の核種比が大きくなった。

4. SF設定値について



2012年度から2014年度の洗浄セメント固化体の放射能濃度比の結果は下表のとおり。

表 2012年度から2014年度の全 α /Cs-137放射能濃度比（九州電力提出データ）

	2012年度	2013年度	2014年度
全 α (Bq/g)	9.83×10^{-2}	5.77×10^{-2}	7.38×10^{-2}
Cs-137 (Bq/g)	1.51×10^{-1}	2.80×10^{-1}	3.78×10^{-1}
全 α /Cs-137	0.65	0.21	0.20

- ◆ 以下に示す理由により、2012年度から2014年度の均質・均一固化体（洗浄セメント固化体）の全 α のSFとして、算術平均値である 3.6×10^{-1} を設定する
 - ✓ 旧・原子力安全委員会により了承された考え方において、SFの設定にあたり算術平均を適用することが示されていること（※1）
 - ✓ 算術平均によるSF設定変更の実績（※2）があること
 - （※1）「廃棄体中の放射能濃度の決定手順について」（原子力安全委員会，平成4年4月）
 - （※2）「日本原子力発電(株)敦賀発電所2号機で製作される均質・均一固化体の全 α のスケーリングファクタの設定変更について」(JNES-EV-2013-9003)（原子力安全基盤機構，平成26年2月）

5. SF設定期間について

- ◆ 以下に示す理由により、軽微な燃料損傷の影響は限定的と考えられる。
 - ✓ 2015年度および2016年度の全aは検出限界値以下であること※
 - ✓ 2010年度以降のCs-137濃度は2014年度を境に低下傾向にあること※
- よって、新規SFの設定期間は2012年度から2014年度の3カ年に限定する。

※ 6.「2012年度から2016年度の全aおよびCs-137放射能濃度〈参考①〉」参照

なお、SF設定値および設定期間の内訳は次のとおり。

廃棄体種別	核 種	～2011年度	2012～2014年度	2015年度～
均質・均一固化体 (濃廃セメント固化体)	全a	従来SF	従来SF	従来SF
	全a以外	従来SF	従来SF	従来SF
均質・均一固化体 (洗浄セメント固化体)	全a	従来SF	0.36	従来SF
	全a以外	従来SF	従来SF	従来SF
充填固化体	全a	従来SF	従来SF	従来SF
	全a以外	従来SF	従来SF	従来SF

6. 2012年度から2016年度の全αおよびCs-137放射能濃度 <参考①>



表 各年度代表試料の放射化学分析結果

	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度
全α(Bq/g)	ND	9.83×10^{-2}	5.77×10^{-2}	7.38×10^{-2}	ND	ND
Cs-137(Bq/g)	7.84×10^{-2}	1.51×10^{-1}	2.80×10^{-1}	3.78×10^{-1}	3.29×10^{-1}	1.75×10^{-1}

【代表試料選定について】

各年度の代表試料については、当該年度に作成した廃棄体のうち、表面線量当量率が比較的高い廃棄体を選定の上、直接、濃廃セメント固化体及び洗浄セメント固化体から1点ずつ採取している。

なお、玄海3/4号機において、洗浄セメント固化体を製作するにあたっては、事前に機器洗浄タンク内廃液を攪拌していること、混錬機においても適切に練り混ぜ・混合が行われていることから、製作された固化体の濃度分布は均一である。

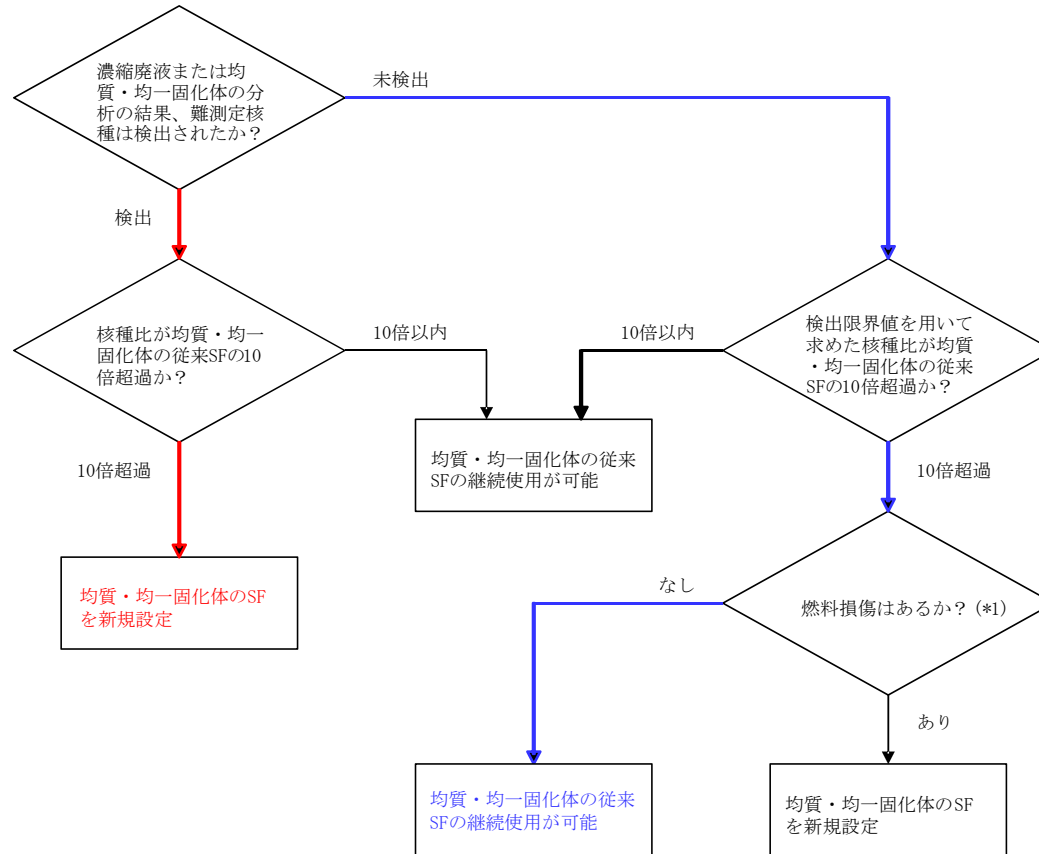
7. 全α検出、未検出のSF適用可否の判断について<参考②>



廃棄体確認要領より抜粋

【凡例】

- : α核種検出、10倍超過
(2012年度～2014年度分析結果)
- : α核種未検出、10倍超過
(2011年度、2015年度、2016年度分析結果)



*1：原子炉水の定期測定で求めたI-131の放射能濃度が、均質・均一固化体のプラント区分に応じて次の値を超えないことを確認する。

- (1) BWRのうちCs-137高レベルプラント：サイクル平均値で $2 \times 10^2 \text{Bq/g}$ ($2 \times 10^3 \text{Bq/g}$ の1/10)
- (2) BWRのうちCs-137中レベルプラント：サイクル平均値で $3 \times 10^1 \text{Bq/g}$ ($3 \times 10^2 \text{Bq/g}$ の1/10)
- (3) BWRのうちCs-137低レベルプラント：定期測定の最大値で $2 \times 10^1 \text{Bq/g}$
- (4) PWR: 定期測定の最大値で $3 \times 10^4 \text{Bq/cm}^3$

図2 Sr-90、I-129および全αの判断フロー

8. 充填固化体SF継続について〈参考③〉

【2012年～2014年の充填固化体のSF継続への影響について】

充填固化体のSFは、濃縮廃液の放射能濃度比で継続可否を判断していることから、洗浄セメント固化体の全α/Cs-137が従来SFに対して10倍を超過していないことを確認している。

九州電力は、固型化前の濃縮廃液が発生した段階における全αの放射能濃度比が従来SFの10倍を超えていないかどうかの計算結果は以下のとおり。

表 全α/Cs-137 放射能濃度比の計算結果（九州電力提出データ）

	2012年度	2013年度	2014年度
全α (Bq/g)	6.92×10^{-2}	4.82×10^{-2}	4.99×10^{-2}
Cs-137(Bq/g)	1.93×10^0	1.95×10^0	4.36×10^0
発生本数割合：濃廃/洗浄	5/1	6/1	6/1
全α/Cs-137	3.58×10^{-2}	2.47×10^{-2}	1.14×10^{-2}
SF10倍	3.70×10^{-2}	3.70×10^{-2}	3.70×10^{-2}
(全α/Cs-137)/(SF10倍)	0.97	0.67	0.31

〈結論〉

均質・均一固化体の全α10倍超過は、濃縮廃液の固化処理装置内での移行特性に起因するものであり、濃縮廃液が発生した段階において、SFの10倍を超えていないことから、**充填固化体のSF継続には影響しない。**