

Ⅲ 平常の変動幅の下限逸脱に係る原因調査報告（空間放射線量率）

[検出器の不具合]

令和2年9月から10月において、桜ヶ池公民館モニタリングステーション（以下、「MS」という）で空間放射線量率（以下、「線量率」という）の指示値が低下傾向を示し、10分間平均値及び1時間平均値が平常の変動幅の下限を下回った。この原因は、検出器の不具合と推定し、11月の保守点検に合わせて検出器の修繕を行った。

1 状況

平常の変動幅の下限を下回った各月の線量率（10分間平均値及び1時間平均値）の最小値を表1及び表2に示す。

表1 10分間平均値 単位（nGy/h）

測定地点	線量率(最小値)		平常の変動幅
桜ヶ池公民館	9月30日 17時40分	<u>42(42.4)</u>	43～88
	10月4日 16時30分	<u>42(41.9)</u>	

表2 1時間平均値 単位（nGy/h）

測定地点	線量率(最小値)		平常の変動幅
桜ヶ池公民館	9月30日 18時	<u>43(42.8)</u>	44～86 (40～97) ¹⁾
	10月4日 17時	<u>42(42.1)</u>	

注1) 昨年度までの平常の変動幅

2 原因調査

(1) 測定器および関連機器の健全性

10月2日に現場確認を実施したところ、測定装置の外観に異音や異臭など異状は見られなかったが、季節変動が緩慢となるこの時期に同事象が頻発したため、10月5日に検出器の状態確認を実施した。

検出器の相対基準誤差（指示誤差）は、判定基準（社内基準）を満足していたが、6月の保守点検及び測定装置の演算部更新時の結果と比較すると表3に示すように有意な差がみられた。また、Cs-137線源を使用してCs-137のピークを確認したところピークにずれがあり、社内基準の $132.4 \pm 2\text{ch}$ 以内を逸脱していたためゲイン調整²⁾を実施した。

このため、Cs-137ピークのずれから、図1に示す検出器の構成部品のいずれかに劣化があると推定し修繕することとした。

注2) Cs-137線源を使用して、Cs-137ピークが $132.4 \pm 2\text{ch}$ になるように検出器への印加電圧を調整（別紙参照）

表3 相対基準誤差（指示誤差）

単位（％）

標準線源	事象発生前 (6月17日確認)	事象発生時 (10月5日確認)	変化量
Ra-226 (639nGy/h、at 1 m)	-0.4	-9.7	-9.3
判定基準（社内基準）	±10		

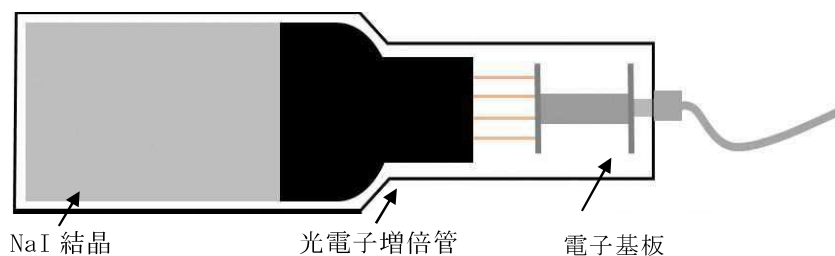


図1 検出器の概略図

(2) 検出器の詳細確認

11月19日から11月26日に保守点検を行い、検出器の構成部品について劣化の状況を確認した。

NaI 結晶の劣化は、エネルギー分解能で確認でき、保守点検時の測定結果は、判定基準（社内基準）である10%以下を満足していた。表4に示すとおり、過去の保守点検で確認したエネルギー分解能の推移に大きな変化はなく、劣化の傾向は確認できないため、NaI 結晶である可能性は小さいと考える。

電子基板の回路の故障によって、Cs-137 ピークのずれが起こる場合もあるが、故障後自然復旧する可能性は低い。ゲイン調整後、線量率の指示値に低下傾向は見られず、検出器の制御に問題なかったため、電子基板の劣化の可能性は小さいと考える。

以上より、NaI 結晶及び電子基板が影響している可能性は小さいため、光電子増倍管が劣化していると推定して取替を行なうこととした。

表4 エネルギー分解能の推移

単位（％）

実施年度	エネルギー分解能
2016年度	8.827
2017年度	8.750
2018年度	9.034
2019年度	8.842
2020年度（修繕時）	8.603
判定基準（社内基準）	≤10

3 検出器修繕の結果

光電子増倍管の取替を行った結果、線量率の指示値は、図2及び図3に示すとおり、平常の変動幅の範囲内で推移し、事象発生時のような低下傾向は見られていない。参考に修繕前後の相対基準誤差（指示誤差）を表5に示す。

表5 相対基準誤差（指示誤差） 単位（%）

標準線源	修繕前 (11月19日確認)	修繕後 (11月26日確認)	変化量
Ra-226 (639nGy/h、at 1 m)	-1.2	+0.1	+1.3
判定基準（社内基準）	±10		

4 欠測期間における代替測定結果

11月19日から11月26日の期間は、保守点検により測定値が欠測するため、当該検出器に併設している電離箱検出器の測定値を代替測定とした。図4に示すとおり、有意な変動はなかった。

5 まとめ

検出器の詳細確認の結果から、光電子増倍管が劣化していると推定して取替を行った。線量率の指示値については、平常の変動幅の範囲内で推移し、事象発生時のような低下傾向は見られていない。

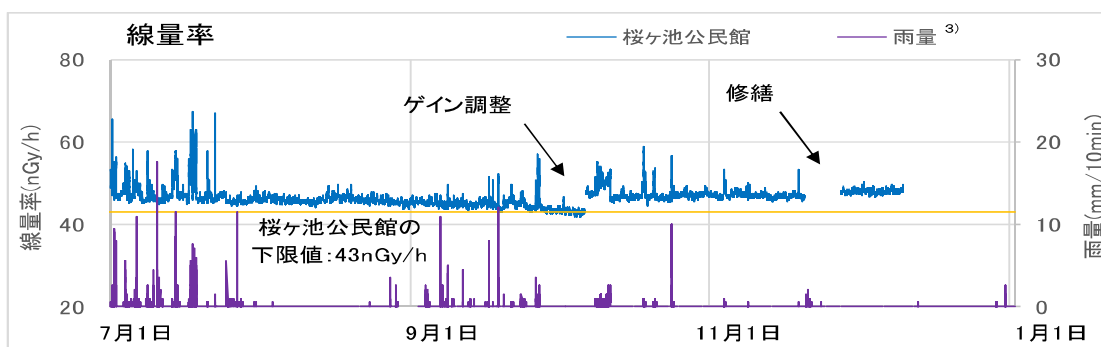


図2 桜ヶ池公民館MSの線量率の比較（10分間平均値）

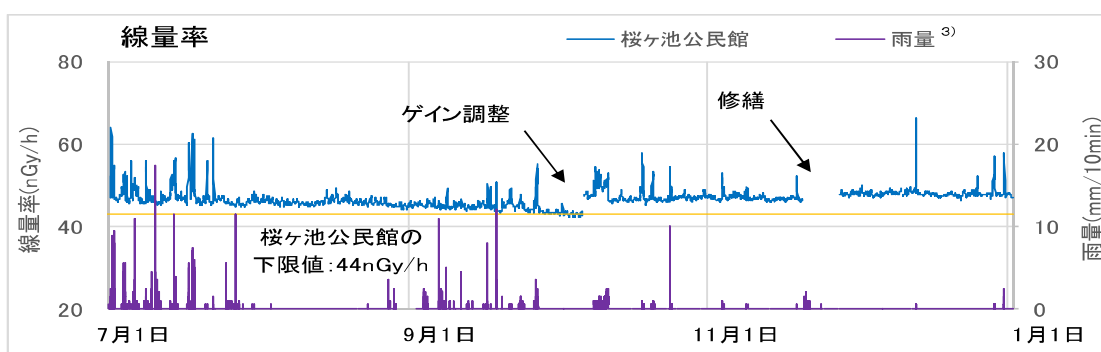


図3 桜ヶ池公民館MSの線量率の比較（1時間平均値）

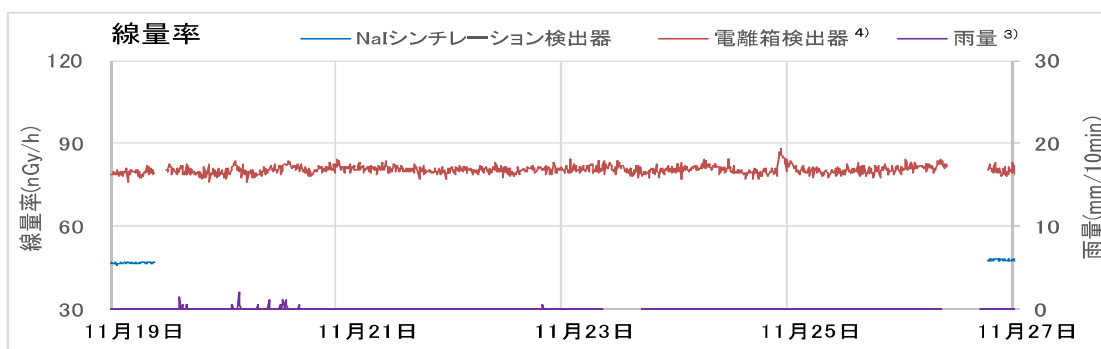


図4 代替測定による測定値の推移（10分間平均値）

以上

注3) 発電所構内の雨量

注4) 電離箱検出器は測定可能なエネルギー範囲が広く、宇宙線も測定するため、NaIシンチレーション検出器よりも、約30nGy/h程高い値となる。

補足資料

▪ 測定の原理

測定方式は、NaI 結晶に入射した放射線を光に変換し、その光を光電子増倍管で増幅し、光の強さに比例したパルスを出力する方式である。出力されるパルス信号には入射放射線のエネルギーとの比例関係がある。

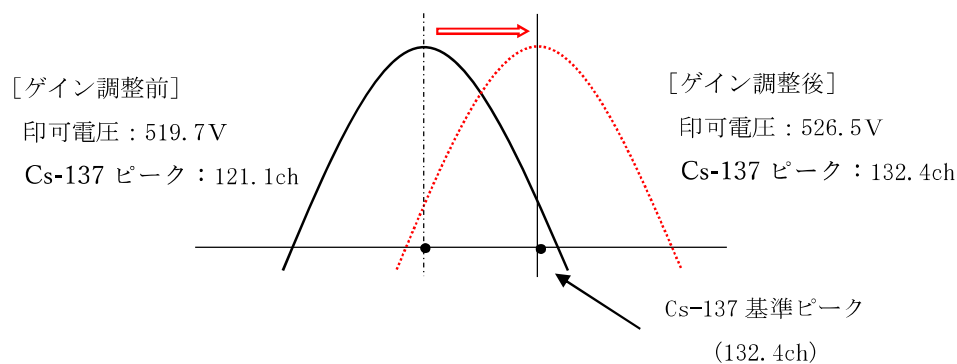
(浜岡原子力発電所 周辺環境放射能調査<解説資料> P18, 21 参照)

▪ ゲイン調整

基準となる線源を用いてピークを確認し、基準ピークからずれていた場合、印可電圧を変化させて、基準ピークとなるように調整する。

▪ 検出器の状態

線量率の指示値が低下したため、検出器の状態確認を実施し、Cs-137 のピークが基準 (132.4ch) に対し 121.1ch であったことから、Cs-137 線源を使用して、Cs-137 ピークが $132.4 \pm 2\text{ch}$ になるようにゲイン調整を実施した。本事象では、Cs-137 ピークが下側にずれていったことにより線量率の指示値の低下が発生した。



ゲイン調整のイメージ図

IV 平常の変動幅の下限逸脱に係る原因調査報告（排水中の全計数率）

令和2年11月14日に、5号機放水口モニタにおいて測定値が平常の変動幅の下限を下回ったため、その原因について調査した。

調査の結果、平常の変動幅の下限を下回った原因は、放水口モニタ設備の清掃（砂の除去）による測定値の低下と推定した。

1 測定結果

5号機放水口モニタの平常の変動幅の下限を下回った事象を表1に示す。

測定地点	日時	測定値	平常の変動幅
5号機放水口モニタ	11月14日 10時40分	<u>4.8(4.83)</u>	4.9～17

2 原因調査

（1）事象発生前の作業の影響

各放水口モニタの事象発生前後の測定値の推移を図1に、放水口モニタに係る設備の概要を図2に示す。5号機放水口モニタでは、事象発生前（11月9日～13日）に放水口モニタ設備（サンプリング配管および水サンプラ）の定期清掃（1回/半年）を実施している。清掃作業に伴い水サンプラ内に堆積した砂が除去され、測定値が低下したと考えられる。

なお、至近では、図1に示す3号機水サンプラ清掃や図3に示す5号機放水口モニタ設備の5月の定期清掃でも同様の事象がある。

（2）測定装置の健全性

当該放水口モニタの現場確認では、測定装置の外観に異音や異臭など異状がないことを確認した。

3 まとめ

5号機放水口モニタにおいて平常の変動幅の下限を下回った原因は、放水口モニタ設備の清掃（砂の除去）による測定値の低下と推定した。

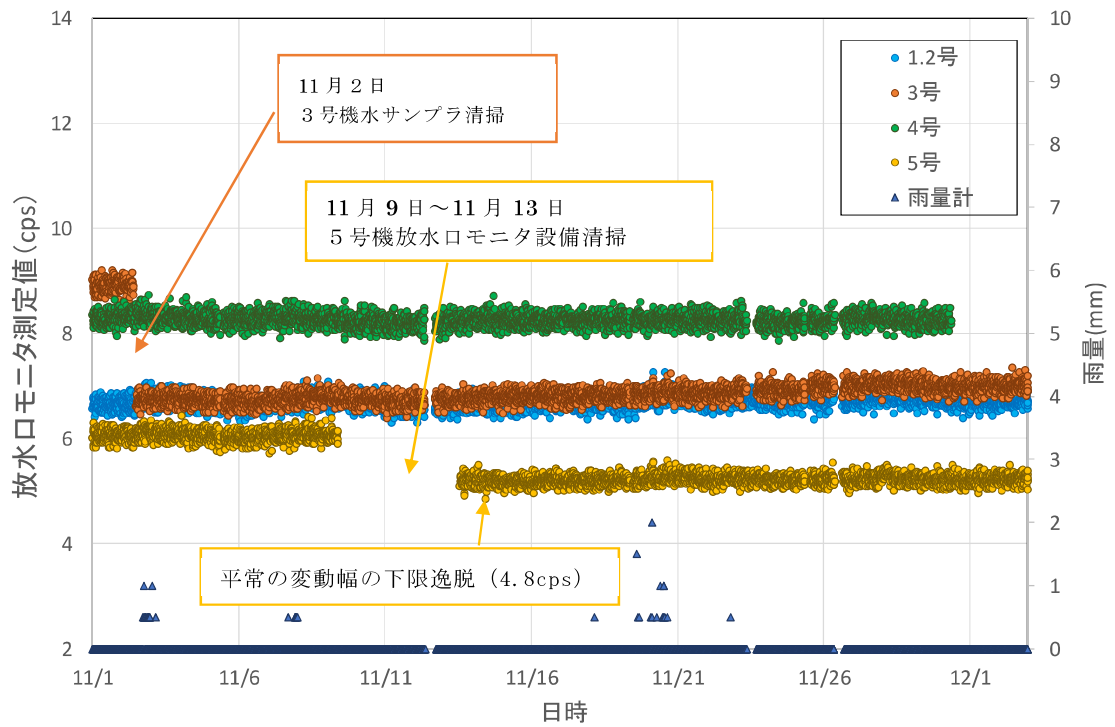


図1 各放水口モニタの測定値の推移

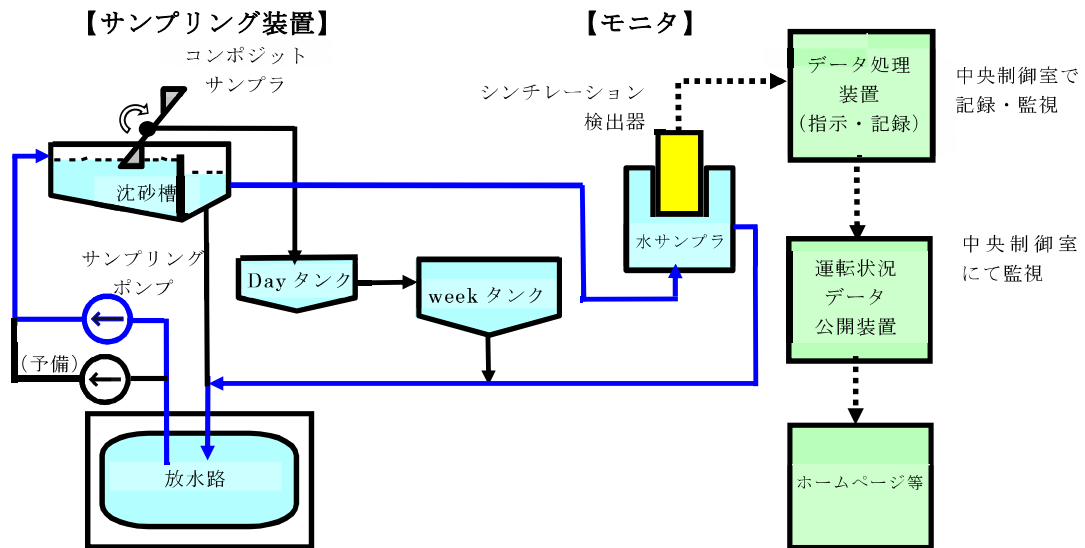


図2 放水口モニタに係る設備の概要

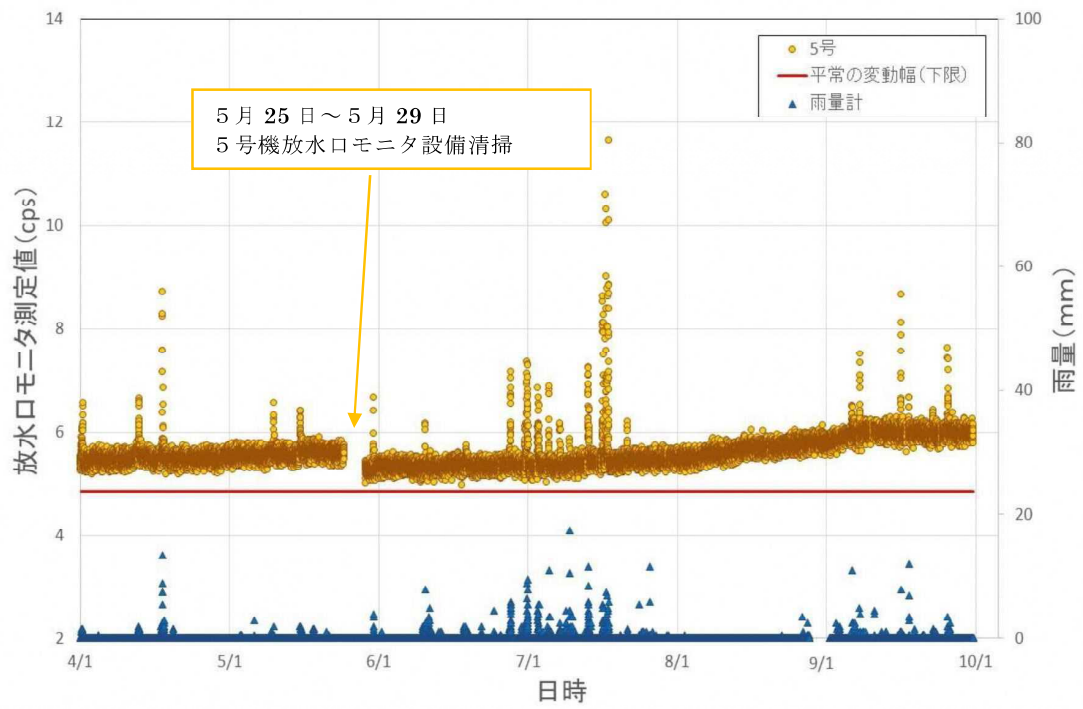


図3 5号機放水口モニタの測定値の推移（4月～9月）

以上

令和3年3月5日
静岡県環境放射線監視センター
中部電力株式会社浜岡原子力発電所

V 令和2年度第4四半期浜岡原子力発電所周辺環境放射能測定結果速報

令和2年度第4四半期中の測定において、平常の変動幅を逸脱した測定があったので下記のとおり報告する。

記

1 対象項目

(1) 平常の変動幅の上限逸脱

- ・ 環境試料中の放射能（キャベツ、原乳、ひらめ）

2 原因調査結果

別添のとおり。

令和3年3月5日
静岡県環境放射線監視センター
中部電力株式会社浜岡原子力発電所

平常の変動幅の上限逸脱に係る原因調査報告（環境試料中の放射能）

（要旨）

令和2年度第4四半期に実施した環境試料中の放射能の測定において、「キャベツ」「原乳」及び「ひらめ」で平常の変動幅の上限を超過したため、その原因について調査した。

調査の結果、浜岡原子力発電所からの影響ではなく、過去の核爆発実験等の影響に東京電力(株)福島第一原子力発電所から放出された放射性物質の影響が加わったものと推定した。

1 測定結果（表中の括弧内の数値は検出下限値を表す）

表1 キャベツ

単位：Bq/kg 生

採取地点	採取日	測定機関	^{60}Co	^{134}Cs	^{137}Cs	^{40}K (参考)
御前崎市 合戸	2/5	監視 センター	* ¹⁾ (0.016)	* (0.011)	0.024±0.003 (0.0083)	53.6±0.3 (0.88)
		中部 電力(株)	* (0.018)	* (0.012)	0.020±0.005 (0.014)	56.4±0.3 (0.97)
平常の変動幅			*	*	*	自然放射性
震災後の変動幅			*	*～0.056	*～0.065	核種

注1) *印は「検出されず」を示す。

表2 原乳

単位：Bq/kg 生 (^{131}I は Bq/L)

採取地点	採取日	測定機関	^{60}Co	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	^{40}K (参考)
掛川市 下土方	1/18	監視 センター	* ¹⁾ (0.018)	* (0.094)	* (0.014)	* (0.014)	46.1±0.4 (1.1)
		中部 電力(株)	* (0.019)	* (0.077)	* (0.013)	0.014±0.004 (0.013)	46.7±0.3 (0.98)
菊川市 嶺田	1/12	監視 センター	* (0.018)	* (0.089)	* (0.011)	* (0.012)	44.1±0.3 (0.98)
		中部 電力(株)	* (0.023)	* (0.075)	* (0.017)	* (0.018)	47.6±0.4 (1.2)
平常の変動幅			*	*	*	*	自然放射
震災後の変動幅			*	*～0.14	*～0.43	*～0.45	性核種

注1) 「*」は「検出されず」を示す。

表3 ひらめ

単位：Bq/kg 生

採取地点	採取日	測定機関	^{60}Co	^{134}Cs	^{137}Cs	^{40}K (参考)
御前崎港	2/1	監視 センター	* ¹⁾ (0.044)	*	0.137±0.009 (0.027)	138.6±0.8 (2.4)
		中部 電力㈱	*	*	0.14±0.01 (0.037)	150.0±0.8 (2.4)
平常の変動幅			*	*	0.10～0.13	自然放射性
震災後の変動幅			*	*～0.44	0.15～0.68	核種

注1) *印は「検出されず」を示す。

2 原因調査

浜岡原子力発電所周辺環境放射能測定に係る測定法及び評価方法に基づき、上限超過事象に影響を与えると考えられる下記の項目について調査を行った。

(1) 発電所内のエリアモニタリング設備等の異常値及び発電所外への放出の状況

(2) 発電所内に異常等が認められない場合

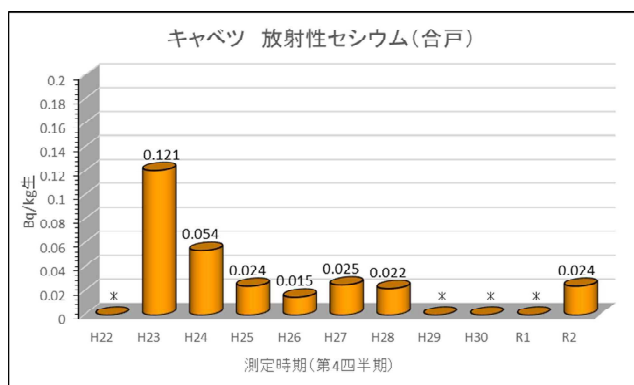
- ・測定器及び関連機器の健全性
- ・試料の採取方法及び前処理方法の妥当性（手順違い、他の試料等の混入等）
- ・測定方法等の変更や測定器の更新による影響
- ・測定地点周辺の環境の変化
- ・核爆発実験等による影響
- ・他の原子力施設からの影響
- ・発電所に由来しない放射性物質の持込、流入、接近等
- ・測定結果の経時的変化及び他の測定や他地点（試料）の測定結果
- ・検出された核種以外の人工放射性核種の検出状況

3 原因の推定

調査の結果、発電所内のエリアモニタリング設備等に異常は認められず、発電所外への放出管理も適切に行われており、発電所からの影響ではない。

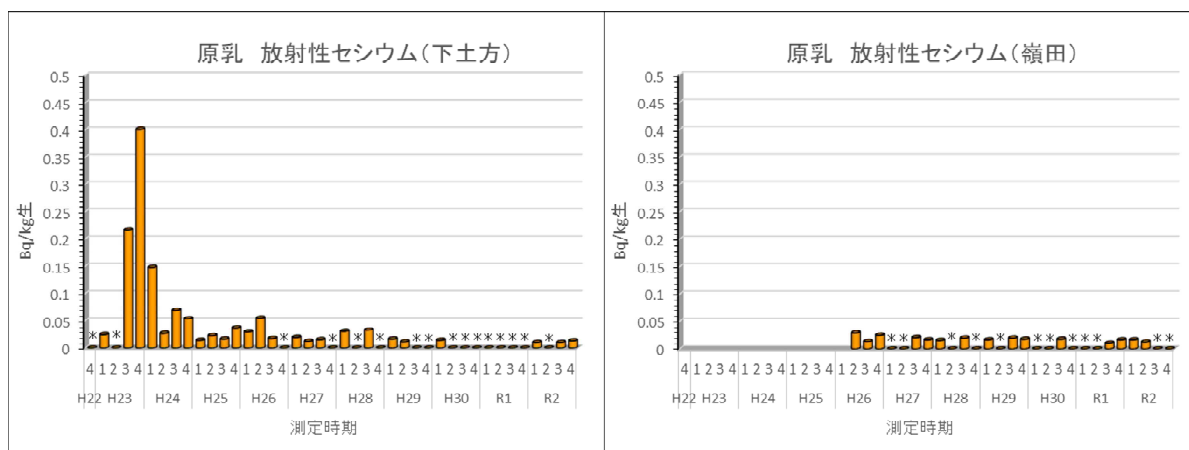
また、試料の採取方法や前処理方法等にも問題はなかった。測定結果の経時的変化から、各試料中の放射性セシウム濃度は東電事故発生直後に上昇し、その後減少したが近年も検出されており、今回の結果は特異的なものではない（図1～3）。

以上により、今回の上限超過の原因は浜岡原子力発電所からの影響ではなく、過去の核爆発実験等の影響に東京電力㈱福島第一原子力発電所から放出された放射性物質の影響が加わったものと考えられる。



*印は「検出されず」を示す。

図1 キャベツ中の放射性セシウム濃度 (Cs-134 と Cs-137 の合計量) の経時的変化



*印は「検出されず」を示す。

図2 原乳中の放射性セシウム濃度 (Cs-134 と Cs-137 の合計量) の経時的変化
注) 嶺田は平成26年度第2四半期から採取地点となった。

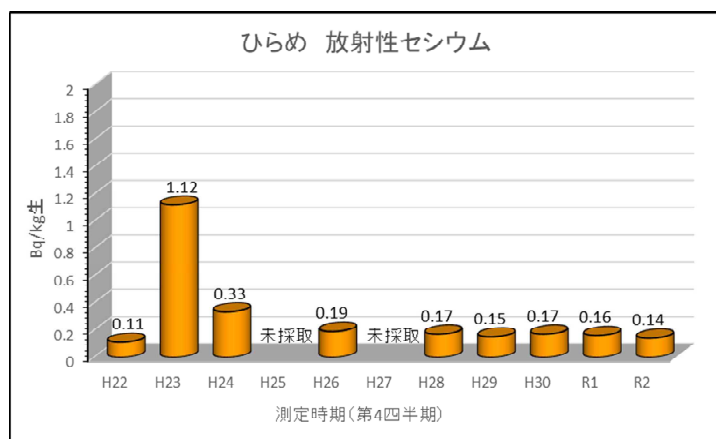


図3 ひらめ中の放射性セシウム濃度 (Cs-134 と Cs-137 の合計量) の経時的変化

VI 令和2年度浜岡原子力発電所周辺環境放射能測定計画

令和2年3月19日
静岡県環境放射能測定技術会

浜岡原子力発電所の安全確保等に関する協定書第4条第1項の測定計画を次のとおり定める。

1 目的

浜岡原子力発電所周辺の環境放射能の測定は、次に掲げる目的の下、実施するものとする。

(1) 周辺住民等の被ばく線量の推定及び評価

浜岡原子力発電所の周辺住民等の健康と安全を守るため、平常時から、環境における浜岡原子力発電所起因の放射性物質又は放射線による周辺住民等の被ばく線量を推定し、評価する。

(2) 環境における放射性物質の蓄積状況の把握

浜岡原子力発電所からの影響の評価に資するため、平常時から、浜岡原子力発電所の運転により放出された放射性物質の環境における蓄積状況を把握する。

(3) 浜岡原子力発電所からの予期しない放射性物質又は放射線の放出の早期検出及び周辺環境への影響評価

浜岡原子力発電所から敷地外への予期しない放射性物質又は放射線の放出を検出することにより、浜岡原子力発電所の異常の早期発見に資する。

また、浜岡原子力発電所から予期しない放射性物質又は放射線の放出があった場合に、その影響を的確かつ迅速に評価するため、平常時モニタリングの結果を把握しておく。

(4) 緊急事態が発生した場合への平常時からの備え

緊急事態が発生した場合に、緊急事態におけるモニタリングへの移行に迅速に対応できるよう、平常時から緊急事態を見据えた環境放射線モニタリングの実施体制を備えておく。

(5) 補足参考測定

(1)から(4)までの目的を達成する上で参考となるもの、浜岡原子力発電所からの影響を判断する上で参考となるもの、環境中の経時変化を把握する上で有効なもの又は測定技術の維持が必要と考えられるものについては、平常時から測定を行い、その結果を把握しておく。

2 対象範囲

測定を行う範囲は、陸上については浜岡原子力発電所を中心とした概ね半径10kmの地域とし、海上については浜岡原子力発電所の前面海域で概ね半径10kmの海域とする。

3 実施機関

測定は次に掲げる機関が行うものとし、御前崎市、牧之原市、掛川市及び菊川市は試料採取等において協力する。

- (1) 静岡県環境放射線監視センター
- (2) 中部電力株式会社浜岡原子力発電所

4 実施内容

1の目的ごとに実施する内容は、別記1に掲げるとおりとする。

5 測定方法等

測定方法等は、原子力規制庁が作成する「放射能測定法シリーズ」等を参考に別に定めるものとする。

6 実施計画

令和2年度の実施計画は、別記2に掲げるとおりとする。

7 測定結果の報告

技術会は、原則として四半期ごとに、各実施機関から測定結果の報告を受けることとする。

8 測定結果の評価

技術会は、実施機関から報告を受けた測定結果について、別に定める方法により評価を行うものとする。

9 調査結果のまとめ

技術会は、測定結果及び評価結果をとりまとめ、調査結果書を作成する。

別記1 目的ごとの実施項目等

目的	実施項目	測定対象	測定方法	備考	
① 周辺住民等の被ばく線量の推定及び評価	空間放射線量率の測定	γ線 1時間平均値 ¹⁾	NaIシンチレーション検出器等による連続測定		
	環境試料中の放射能の測定 ²⁾	大気中浮遊塵	γ線放出核種 ³⁾	ゲルマニウム半導体検出器による機器分析	ダストモニタ採取試料
		陸水	γ線放出核種 ³⁾⁴⁾ Sr-90	ゲルマニウム半導体検出器による機器分析 放射線ストロンチウム分析	
		農畜産物 海産生物	γ線放出核種 ³⁾⁴⁾ Sr-90	ゲルマニウム半導体検出器による機器分析 放射線ストロンチウム分析	
② 環境における放射性物質の蓄積状況の把握	環境試料中の放射能の測定 ²⁾	γ線放出核種 ³⁾	ゲルマニウム半導体検出器による機器分析		
	土壌 海底土				
③ 原子炉施設からの早期しない放射性物質又は放射線の放出の早期検出及び周辺環境への影響評価	空間放射線量率の測定	γ線 10分間平均値 ¹⁾	NaIシンチレーション検出器等による連続測定		
	環境試料中の放射能の測定	大気中浮遊塵	α線及びβ線 集塵中の全α・全β放射能比(1時間平均値) ¹⁾ 集塵中の全β放射能(1時間平均値) ¹⁾ 集塵終了6時間後の全β放射能(1時間平均値) ¹⁾⁵⁾	ダストモニタによる連続測定	
		排水	γ線 10分間平均値	放水口モニタによる連続測定	
		農畜産物 海産生物	γ線放出核種 ³⁾	ゲルマニウム半導体検出器による機器分析	
④ 緊急事態が発生した場合の平常時からの備え	環境試料中の放射能の測定 ²⁾	陸水	γ線放出核種 ³⁾ H-3 Sr-90	ゲルマニウム半導体検出器による機器分析 トリチウム分析 放射線ストロンチウム分析	
		土壌	γ線放出核種 ³⁾ Sr-90 Pu-238, Pu-239+240	ゲルマニウム半導体検出器による機器分析 放射線ストロンチウム分析 プルトニウム分析	
		海水	H-3	トリチウム分析	

⑤ 補足参考測定	積算線量の測定		γ線 3か月間積算値	蛍光ガラス線量計による積算線量測定
	環境試料中の放射能の測定 ²⁾	降下物	γ線放出核種 ³⁾	ゲルマニウム半導体検出器による機器分析
		指標生物(松葉)	γ線放出核種 ³⁾⁴⁾	ゲルマニウム半導体検出器による機器分析
		海水	γ線放出核種 ³⁾	ゲルマニウム半導体検出器による機器分析
		大気中水分	H-3	トリチウム分析

注1) テレメータシステムによる演算値とする。

注2) 試料及び採取地点の選定にあたり、次の点を考慮する。

- ・ 測定の目的に適したものが。
- ・ 毎年実施するものについては、継続的に採取が可能であるか。
- ・ 農畜産物及び海産物については、生産量や漁獲量から地域の代表性があるか。
- ・ 採取計画全体における採取時期等のバランスがとれているか。
- ・ 地域の要望があるか。

注3) Co-60、Cs-134、Cs-137、その他検出された人工放射性核種を報告対象とする。また、測定のため、K-40、Be-7などの自然放射性核種についても、試料の種類に応じ報告対象に加えるが、評価の対象としない。

注4) 陸水、大根の葉部、原乳、藻類及び松葉については、I-131を報告対象に加える。

注5) 集塵終了6時間後の全β放射能については、集塵中の全α・全β放射能比及び集塵中の全β放射能の測定結果を評価する場合の参考とする。

令和2年度実施計画

1 空間放射線量

(1) 空間放射線量率

地点名		測定機関	地点数	測定期間	備考
市名	モニタリングステーション名				
御前崎市	白砂	県	14	通年 (連続測定)	
	中町				
	桜ヶ池公民館	中部電力			
	上ノ原				
	佐倉三区				
	平場	県			
	白羽小学校	中部電力			
	旧監視センター	県			
	草笛				
	浜岡北小学校				
新神子					
牧之原市	地頭方小学校	中部電力			
掛川市	大東支所	県			
菊川市	菊川市水道事務所				

(2) 積算線量

地点名		測定機関	地点数	測定期間	年測定数	備考
市名	名称					
御前崎市	芹沢	県 中部電力	12	4～6月 7～9月 10～12月 1～3月	96	※1
	西山					
	上比木					
	合戸東前					
	門屋石田					
	中尾					
	朝比奈原公民館					
牧之原市	旧地頭方中学校					
	菅山保育園					
	鬼女新田公民館					
掛川市	千浜小学校					
菊川市	東小学校					

※1 「1 目的」の(5)による補足参考測定

2 環境試料中の放射能

(1) 陸上試料

分類	試料名	地点名		測定機関	地点数	測定時期	年測定数 ※1					備考		
		市名	地名・名称				γ	Si-90	H-3	Pu	計			
大気	大気中浮遊塵	御前崎市	白砂	県	5	通年 (連続測定)						全α・全β放射能		
			中町	中部電力										
			平場	県										
			白羽小学校	中部電力										
大気	大気中浮遊塵	御前崎市	白砂	県	5	毎月	60				60	ろ紙を回収し測定		
			中町	中部電力										
			平場	県										
			白羽小学校	中部電力										
陸水	上水	御前崎市	市役所	県	2	4, 7, 10, 1月	16	8 ^{注1}			24	注) 2地点を交互に年2回		
			新神子										中部電力	
	上水	御前崎市	(市役所)	県	2	(R6)						※2 5年に1回		
			(新神子)										中部電力	
土壌	土壌	御前崎市	下朝比奈	県	4	6, 9, 12, 3月	32					32		
			新神子											中部電力
	土壌	牧之原市	菅山小学校	県	1	7月	2	2		2	6	※2 5年に1回 (Puは最初の1回のみ。)		
			(1地点)										中部電力	
農畜産物	玄米	御前崎市	下朝比奈	県	2	10月	4	4			8	穀類		
			牧之原市										等名	中部電力
	玄米	御前崎市	(1地点)	県	1	(R3)						穀類 ※2 5年に1回		
			(1地点)										中部電力	
			鎌田										県	
			菊川市										中部電力	
	すいか	御前崎市	八千代	県	2	7月	4					4	うり類	
			中原											中部電力
	キャベツ	御前崎市	合戸	県	1	2月	2	2				4		
	白菜	御前崎市	雨垂	県	3	12月	6					6	葉菜類	
			上ノ原											中部電力
	レタス	御前崎市	(1地点)	県	-	(R3)						葉菜類 ※2 5年に1回		
			(1地点)										中部電力	
			(1地点)										中部電力	
	たまねぎ	御前崎市	池新田	県	3	5月	6					6	鱗菜類	
			白浜											中部電力
			牧之原市											堀野新田
	白ねぎ	御前崎市	合戸	県	1	12月	2					2		
	かんしょ	御前崎市	新神子	県	1	9月	2					2	いも類	
	大根	御前崎市	洗井	県	3	1月	6	6				12	根菜類	
白浜			中部電力											
みかん	御前崎市	堀野新田	県	1	11月	2					2	かんきつ類		
		牧之原市											堀野新田	中部電力
茶葉	御前崎市	法ノ沢	県	5	4月	10					16			
		新野											中部電力	
		新谷											県	
		牧之原市											等名	中部電力
茶葉	御前崎市	(1地点)	県	-	(R4)						※2 5年に1回			
		(1地点)										中部電力		
		(1地点)										中部電力		
原乳	御前崎市	下土方	県	2	4, 7, 10, 1月	16					24			
		鎌田											中部電力	
雨水・ちり	降下物	御前崎市	池新田	県	1	毎月	24				24	※3		
指標生物	松葉	御前崎市	池新田	県	3	6, 9, 12, 3月	24				24	※3		
			平場前										中部電力	
			白砂										県	
大気	大気中水分	御前崎市	白砂	県	4	毎月				48	48	※3		
			平場										県	
			中町										中部電力	
			上ノ原										中部電力	
合計							220	36	48	2	306			

※1 県と中電の測定数の合計

※2 「1 目的」の(4)によるバックグラウンドの把握のみを目的とした測定

※3 「1 目的」の(5)による補足参考測定

は令和3～6年度実施予定分

(2) 海洋試料

分類	試料名	地点名	測定機関	地点数	測定時期	年測定数 ※1				備考	
						γ	SI-90	II-3	計		
海底土	海底土 (表層土)	菊川河口	県 中部電力	10	5, 8, 11, 2月	80				80	
		高松沖									
		尾高漁場									
		中根礁									
		御前崎港									
		浅根漁場									
		1, 2号機放水口付近									
		取水口付近									
		3号機及び4号機放水口付近									
5号機放水口付近											
海産生物	しらす ひらめ あじ かさご さざえ はまぐり かき いせえび たこ なまこ わかめ	周辺海域	県 中部電力	1	4, 8, 10月	6	6		12	魚類	
					1月	2		2			
					4, 11月	4		4			
						11月	2	2		4	貝類
						1月	2	2		4	
						1月	2			2	
						7月	2			2	
						10月	2	2		4	甲殻類
						5月	2			2	頭足類
						1月	2			2	棘皮類
						2月	2	2		4	海藻
海水	海水 (表層水)	菊川河口	県 中部電力	10	5, 8, 11, 2月	80				80	※3
		高松沖									
		尾高漁場									
		中根礁									
		御前崎港									
		浅根漁場									
		1, 2号機放水口付近									
		取水口付近									
		3号機及び4号機放水口付近									
5号機放水口付近											
海水	海水 (表層水)	菊川河口	県 中部電力	10	8月			4	4	※2 5年に1回	
		高松沖									
		(尾高漁場)									
		(中根礁)									
		(御前崎港)									
		(浅根漁場)									
		(1, 2号機放水口付近)									
(取水口付近)											
(3号機及び4号機放水口付近)											
(5号機放水口付近)											
合計						188	14	4	206		

※1 県と中電の測定数の合計

※2 「1 目的」の(4)によるバックグラウンドの把握のみを目的とした測定

※3 「1 目的」の(5)による補足参考測定

3 排水の全計数率

地点名	測定機関	地点数	測定期間	備考
1, 2号機放水口モニタ	中部電力	4	通年 (連続測定)	
3号機放水口モニタ				
4号機放水口モニタ				
5号機放水口モニタ				
5号機放水口モニタ				

Ⅶ 浜岡原子力発電所周辺環境放射能測定に係る測定法及び評価方法

令和2年3月19日
静岡県環境放射能測定技術会

浜岡原子力発電所周辺環境放射能測定計画に基づき実施する測定について、測定法及び測定結果の評価方法を次のとおり定める。

第1 測定法

1 測定方法

(1) 空間放射線

① 線量率

項目	内容	備考
測定対象	γ (X) 線 (50keV～3MeV)	
測定方法	NaI シンチレーション検出器等による連続測定放射能測定法シリーズ*「連続モニタによる環境 γ 線測定法」に準拠	2分間平均値、10分間平均値及び1時間平均値をテレメータにより取得する。
測定器	温度補償型3インチ×3インチNaI (Tl) シンチレーション検出器	
温度管理	24時間空調 (検出器 25°C±2°C)	
測定範囲	バックグラウンドレベル～10 ⁴ nGy/h	
エネルギー特性補償	G(E)関数荷重演算方式	
線量率換算定数	テレメータシステムへパルスを出力する方式の場合、出力パルスに対し、通常型検出器にあつては44.0cpm/(nGy/h)、方向特定可能型検出器にあつては40.4cpm/(nGy/h) *とする。	* (株)日立製作所製に限る。
テレメータへの送信間隔	2分ごと	
宇宙線成分の取扱い	宇宙線寄与分としての定数加算をしない。	H23年度から定数加算を廃止
測定高さ	局舎屋根上に検出器を設置する場合は地上約3メートル、地表面上に検出器を設置する場合は1メートルとする。	
その他	緊急時用及びNaI (Tl) シンチレーション検出器の測定で欠測が生じた場合の代替として、電離箱検出器等を併設する。	

② 積算線量

項目	内容	備考
測定対象	γ (X) 線 (30keV~3MeV)	
測定方法	蛍光ガラス線量計による積算線量測定 放射能測定法シリーズ「蛍光ガラス線量計を用いた環境 γ 線測定法」に準拠	
測定器	蛍光ガラス線量計 (RPLD)	
素子数	測定機関ごとに1地点あたり5素子配置	静岡県と中部電力 (株)浜岡原子力発電 所の素子は、同じ収 納箱に挿入する。
素子の更新頻度	5年	
収納箱	塩化ビニル製 (内容器: ポリウレタン製)	
測定範囲	10 μ Gy~10Gy	
積算期間	約3か月間	
測定結果の検定方法	Grubbsの棄却方法 (原則1回)	
測定高さ	地上 約2.5~3.5メートル	

(2) 環境試料中の放射能

① 全 α ・全 β 放射能

項目	内容	備考
測定対象	α 線及び β 線	
測定方法	ダストモニタによる連続測定 放射能測定法シリーズ「全ベータ放射能測定法」及び「大気中放射性物質のモニタリングに関する技術参考資料」を参考に、大気中浮遊塵の集塵中の全 α ・全 β 放射能比、集塵中の全 β 放射能及び集塵終了6時間後の全 β 放射能を測定	2分間平均値、10分間平均値及び1時間平均値をテレメータにより取得する。
測定器	α 線：ZnS(Ag)シンチレーション検出器 β 線：プラスチックシンチレーション検出器	
集塵時間	6時間	
集塵方法	平面集塵(ろ紙間欠自動移動方式)	
使用ろ紙	HE-40T(ロール状)	
大気吸引量	約100L/min	
測定値	<p>(1) 集塵中の全α・全β放射能比及び全β放射能 時刻<i>i</i>における放射能濃度をN_{Ri}とすると</p> $N_{Ri}(\text{Bq/m}^3) = \frac{(\text{計数率 } Ri(\text{cps}) - BG(\text{cps})) \times 2}{\left(\frac{A1}{100} \times 0.5\right) \times \frac{A2}{100} \times \frac{\text{ダスト流量}(\ell)}{1000}}$ <p>ここで、時刻<i>i</i>の全α放射能を$N_{R\alpha i}$、全β放射能を$N_{R\beta i}$とすると、全α全β放射能比N_iは</p> $N_i = \frac{N_{R\beta i}}{N_{R\alpha i}} \text{ となる。}$ <p>(2) 集塵終了6時間後の全β放射能 集塵が終了してから6時間経過した後の時刻<i>i</i>における全β放射能濃度をN_{Si}とすると</p> $N_{Si}(\text{Bq/m}^3) = \frac{\text{計数率 } Si(\text{cps}) - BG(\text{cps})}{\left(\frac{A1}{100} \times 0.5\right) \times \frac{A2}{100} \times \frac{\text{ダスト流量}(\ell)}{1000}}$ <p>となる。</p> <p>A1:機器効率(%) A2:捕集効率(%) BG:バックグラウンド計数率</p>	
テレメータへの送信間隔	2分ごと	

② 核種分析

ア γ 線放出核種

項目	内容	備考
対象核種	γ 線放出核種	
測定方法	ゲルマニウム半導体検出器による機器分析 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」に準拠	
前処理方法	放射能測定法シリーズ「ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法」に準拠 詳細については、「2 試料の採取・前処理方法」参照	
測定器	ゲルマニウム半導体検出器	
測定試料形態	①浮遊塵：灰化物(集塵ろ紙1か月分)	
	②降下物：蒸発残渣物(1か月分)	
	③陸水：蒸発残渣物(20L分)(⑦を除く。)	
	④海水：二酸化マンガ法による沈殿物(10L分)	
	⑤土壌、海底土：乾燥細土(容器高さ5cm分)	
	⑥農畜産物、海産生物、指標生物：灰化物(20~40g灰程度)(⑦を除く。)	
	⑦陸水、大根(葉部)、原乳、藻類及び松葉中のI-131並びに「緊急事態が生じた場合への平常時からの備え」を目的とした測定試料については直接法(2Lマリネリ容器)	
測定容器	U-8容器 マリネリ容器(直接法)	
測定時間	20,000秒(I-131測定用) 50,000秒(直接法以外) 80,000秒(I-131以外の直接法)	

【報告対象核種】

対象核種	半減期	主な着目エネルギー (keV)	生成反応	備考
^{60}Co (コバルト60)	5.2719年	1332.470	放射化生成物	
^{131}I (ヨウ素131)	8.040日	364.480	核分裂生成物	
^{134}Cs (セシウム134)	2.062年	604.66	放射化生成物	
^{137}Cs (セシウム137)	30.174年	661.638	核分裂生成物	
^7Be (ベリリウム7)	53.29日	477.593	自然放射性核種	
^{40}K (カリウム40)	12.77億年	1460.75	自然放射性核種	

(注) 上記以外の人工放射性核種が検出された場合には報告対象となる。

【その他着目すべき核種】

対象核種	半減期	主な着目エネルギー (keV)	生成反応	備考
^{51}Cr (クロム 51)	27.701 日	320.0761	放射化生成物	
^{54}Mn (マンガン 54)	312.20 日	834.827	放射化生成物	
^{58}Co (コバルト 58)	70.78 日	810.755	放射化生成物	
^{59}Fe (鉄 59)	44.56 日	1099.224	放射化生成物	
^{133}I (ヨウ素 133)	20.8 時間	529.872	核分裂生成物	

(注) 上記の核種は、中部電力における放出管理上の対象核種である。

イ ストロンチウム 90

項目	内容	備考
対象核種	^{90}Sr (半減期: 28.74 年) ^{90}Y (半減期: 64.1 時間)	^{90}Sr の娘核種である ^{90}Y を測定
測定方法	放射性ストロンチウム分析 放射能測定法シリーズ「放射性ストロンチウム分析法」 に準拠	
測定器	低バックグラウンド2πガスフロー計数装置	
前処理方法	イオン交換法 詳細については、「2 試料の採取・前処理方法」参照	
測定容器	ステンレススチール皿	
試料形態	放射化学的単離物	
測定時間	80 分	

ウ トリチウム

項目	内容	備考
対象核種	^3H (半減期: 12.33年)	
測定方法	トリチウム分析 放射能測定法シリーズ「トリチウム分析法」に準拠	
測定器	低バックグラウンド液体シンチレーション計数装置	
前処理方法	蒸留抽出 詳細については、「2 試料の採取・前処理方法」参照	
測定容器	100mL テフロンバイアル	
試料形態	水 (蒸留)	
使用シンチレータ	ウルチマゴールド LLT (試料: シンチレータ=5:5 混合)	採取量不足の場合はこの限りではない。
測定時間	10分×20回×3サイクル	

エ プルトニウム 238 及びプルトニウム 239+240

項目	内容	備考
対象核種	^{238}Pu (半減期: 87.7年) ^{239}Pu (半減期: 2.411万年) + ^{240}Pu (半減期: 6,563年)	$^{239}\text{Pu}+^{240}\text{Pu}$ は両核種の和を求める方法である。
測定方法	プルトニウム分析 放射能測定法シリーズ「プルトニウム分析法」に準拠	
測定器	シリコン半導体検出器	
前処理方法	陰イオン交換法 詳細については、「2 試料の採取・前処理方法」参照	
測定容器	ステンレス鋼板	
試料形態	電着物	
測定時間	24時間	

(3) 排水の全計数率

項目	内容	備考
測定対象	γ (X) 線	
測定方法	放水口モニタによる連続測定	2分間平均値及び10分間平均値を取得する。
測定器	3インチ×3インチ NaI(Tl)シンチレーション検出器	
測定範囲	バックグラウンドレベル～ 3×10^4 cps	
テレメータへの送信間隔	10分ごと（緊急時は2分ごと）	

※ 「放射能測定法シリーズ」は、文部科学省又は原子力規制庁が作成した環境放射線モニタリングのマニュアルで、放射線・放射能の測定・分析の際の手順を定めたものとして自治体等で用いられている。このほかに、技術情報を広く共有することを目的とした「技術参考資料」が作成されている。

2 試料の採取・前処理方法

試料	採取・前処理方法等	単位	備考 ¹⁾
大気中浮遊塵	長尺ろ紙 (HE-40T) に捕集し、灰化	mBq/m ³	
陸水(上水)	マリネリ容器に入れ直接測定	Bq/L	¹³¹ I
	加熱し、蒸発濃縮	mBq/L	
	蒸発濃縮物から放射化学的に単離 (イオン交換法)	mBq/L	⁹⁰ Sr
	蒸留	Bq/L	³ H
土 壤	表層土を採土器を用いて採取し、乾燥後、ふるい分け	Bq/kg 乾土	
	乾燥細土から放射化学的に単離 (イオン交換法)	Bq/kg 乾土	⁹⁰ Sr
	乾燥細土から放射化学的に単離 (陰イオン交換法) し、電気化学的に分離	Bq/kg 乾土	²³⁸ Pu、 ²³⁹⁺²⁴⁰ Pu
玄 米	全量を灰化		
	灰化物から放射化学的に単離 (イオン交換法)		⁹⁰ Sr
すいか	可食部を乾燥・灰化		
キャベツ	洗浄後、可食部を乾燥・灰化		
	灰化物から放射化学的に単離 (イオン交換法)		⁹⁰ Sr
白 菜	洗浄後、可食部を乾燥・灰化		
たまねぎ	洗浄後、可食部を乾燥・灰化		
白 ね ぎ	洗浄後、可食部を乾燥・灰化		
かんしょ	洗浄後、可食部 (皮は残す) を乾燥・灰化		
大根(葉部)	洗浄後、マリネリ容器に入れ直接測定		¹³¹ I
	洗浄後、細根を取り除き、乾燥・灰化		
大根(根部)	灰化物から放射化学的に単離 (イオン交換法)		⁹⁰ Sr
	可食部 (皮を除く) を乾燥・灰化		
み かん	可食部 (皮を除く) を乾燥・灰化		
茶 葉	茎、枝等を除いた葉部を乾燥・灰化		
	灰化物から放射化学的に単離 (イオン交換法)		⁹⁰ Sr
原 乳	マリネリ容器に入れ直接測定	Bq/L	¹³¹ I
	全量を乾燥・灰化		
	灰化物から放射化学的に単離 (イオン交換法)	Bq/kg 生	⁹⁰ Sr
降下物(雨水・ちり)	大型水盤で1か月分採取し、加熱し、蒸発濃縮	Bq/m ²	
松 葉	茎、枝等を除いた葉部をマリネリ容器に入れ直接測定		¹³¹ I
	茎、枝等を除いた葉部を乾燥・灰化	Bq/kg 生	
大気中水分	シリカゲルに1か月分採取し、加熱し採取後、蒸留	Bq/m ³ (大気) Bq/L(水分)	³ H
海 底 土	表層土を採土器を用いて採取し、乾燥後、ふるい分け	Bq/kg 乾土	
しらす	洗浄後、乾燥・灰化		
	灰化物から放射化学的に単離 (イオン交換法)		⁹⁰ Sr
ひらめ	洗浄後、可食部 (肉部) を乾燥・灰化		
あ じ	洗浄後、可食部 (肉部) を乾燥・灰化		
かさご	洗浄後、可食部 (肉部) を乾燥・灰化		
	灰化物から放射化学的に単離 (イオン交換法)		⁹⁰ Sr
さ ぎ え	可食部 (内臓を除き体液は含まない) を乾燥・灰化		
	灰化物から放射化学的に単離 (イオン交換法)		⁹⁰ Sr
はまぐり	可食部 (体液も含む) を乾燥・灰化		
か き	可食部 (体液も含む) を乾燥・灰化		
	可食部 (肉部) を乾燥・灰化		
いせえび	灰化物から放射化学的に単離 (イオン交換法)		⁹⁰ Sr
	洗浄後、可食部 (頭部、内臓、目、口を除く) を乾燥・灰化		
なまこ	洗浄後、可食部 (内臓を除く) を乾燥・灰化		
わかめ	洗浄後、茎を除き、マリネリ容器に入れ直接測定		¹³¹ I
	洗浄後、茎を除き、乾燥・灰化		
	灰化物から放射化学的に単離 (イオン交換法)		⁹⁰ Sr
海 水	表面海水を採取後、化学的に共沈 (二酸化マンガン法)	mBq/L	
	蒸留	Bq/L	³ H
その他 ²⁾	(洗浄後、可食部等を) マリネリ容器に入れ直接測定		

注1) 特に断りのないものについては、ヨウ素 131 以外のγ線放出核種を対象としている。

注2) 陸水、農畜産物及び海産生物のうち、「緊急事態が発生した場合への平常時からの備え」を目的としたγ線放出核種分析を対象とする。

3 測定値の表示方法

実施項目	測定対象	単位	表示方法	
空間放射線量率の測定	γ線	nGy/h	整数 (小数第1位四捨五入)	
積算線量の測定	γ線	mGy (90日換算値)	小数第2位 (小数第3位四捨五入)	
環境試料中の放射能の測定	大気中浮遊塵	α線、β線	無次元(集塵中の全α・全β放射能比) Bq/m ³ (集塵中の全β放射能及び集塵終了6時間後の全β放射能)	有効数字2桁 (3桁目四捨五入) ※ 測定値は標準偏差の有効数字1桁目までを記載する。(測定値が3桁以上となることもある。)
		γ線放出核種	mBq/m ³	
	農畜産物 海産生物	γ線放出核種 Sr-90	Bq/kg 生	
	陸水	γ線放出核種 H-3 Sr-90	mBq/L (γ線放出核種、Sr-90) Bq/L (H-3)	
	土壌	γ線放出核種 Sr-90 Pu-238, Pu-239+240	Bq/kg 乾土	
	海底土	γ線放出核種	Bq/kg 乾土	
	降下物	γ線放出核種	Bq/m ²	
	指標生物 (松葉)	γ線放出核種	Bq/kg 生	
	大気中水分	H-3	Bq/m ³ (大気中) Bq/L(捕集水中)	
排水の全計数率の測定	排水	γ線	cps 有効数字2桁 (3桁目四捨五入)	

4 測定結果の表記方法

(1) 「検出されず」と「検出限界未満」

ア 「検出されず」

「測定値 $X_A \pm$ 標準偏差 σ 」と表記される測定については、測定値 X_A が 3σ 未満 ($X_A < 3\sigma$) の場合、「検出されず」と表記する。

イ 「検出限界未満」

ダストモニタによる全α放射能及び全β放射能の測定については、測定値 X_A が $3\sqrt{2}\sigma_b$ 未満 ($X_A < 3\sqrt{2}\sigma_b$) の場合、「検出限界未満」と表記する。

(2) 各機関の測定結果の取扱

1つの測定(採取)地点に対し、県と中部電力が同じ測定を行う場合においては、両者の測定結果を採用することとし、「A~B」(2者の測定値がAとBで $A < B$ の場合)と表記する。

5 測定目標値

測定目標値とは、平常時モニタリングの目的を実現するため、現在のモニタリングの技術的水準を踏まえ、最低限測定することが必要な検出下限値をいう。

測定及び試料ごとの測定目標値を以下に示す。

(1) 周辺住民等の被ばく線量の推定及び評価

ア ゲルマニウム半導体検出器による機器分析

試料	測定目標値				単位	供試量
	Co-60	I-131	Cs-134	Cs-137		測定時間
大気中浮遊塵	0.02	—	0.02	0.02	mBq/m ³	4×10 ³ m ³
						50,000 秒
陸水	8	—	8	8	mBq/L	20L
						50,000 秒
陸水（直接法）	—	0.2	—	—	Bq/L	2L
						20,000 秒
農産物・海産生物	0.2	—	0.2	0.4	Bq/kg 生	灰 40g 相当
						50,000 秒
農産物・海産生物 （直接法）	—	0.8	—	—	Bq/kg 生	2×10 ³ cm ³ 相当
						20,000 秒
原乳	0.1	—	0.1	0.2	Bq/kg 生	5L
						50,000 秒
原乳（直接法）	—	0.2	—	—	Bq/L	2L
						20,000 秒

イ 放射性ストロンチウム分析

試料	測定目標値	単位	供試量
	Sr-90		測定時間
陸水	0.4	mBq/L	100L
			80 分
農産物・海産生物	0.2	Bq/kg 生	灰 10g 相当
			80 分
原乳	0.2	Bq/kg 生	灰 10g 相当
			80 分

(2) 環境における放射性物質の蓄積状況の把握
 ゲルマニウム半導体検出器による機器分析

試料	測定目標値	単位	供試量
	Cs-137		測定時間
土壌・海底土	3	Bq/kg 乾土	100g 乾土
			50,000 秒

(3) 緊急事態が発生した場合への平常時からの備え

ア ゲルマニウム半導体検出器による機器分析

試料	測定目標値			単位	供試量
	Co-60	Cs-134	Cs-137		測定時間
農産物・海産生物 (直接法)	0.2	0.2	0.4	Bq/kg 生	2×10 ³ cm ³ 相当
					80,000 秒
原乳 (直接法)	0.2	0.2	0.4	Bq/L	2L
					80,000 秒
陸水 (直接法)	80	80	80	mBq/L	2L
					80,000 秒
土壌	3	3	3	Bq/kg 乾土	100g 乾土
					50,000 秒

イ 放射性ストロンチウム分析

試料	測定目標値	単位	供試量
	Sr-90		測定時間
陸水	0.4	mBq/L	100L
			80 分
土壌	0.4	Bq/kg 乾土	100g 乾土
			80 分

ウ トリチウム分析

試料	測定目標値	単位	供試量
	H-3		測定時間
陸水・海水	1	Bq/L	50mL
			10 分×20 回×3 サイクル

エ プルトニウム分析

試料	測定目標値		単位	供試量
	Pu-238	Pu-239+240		測定時間
土壌	0.04	0.04	Bq/kg 乾土	50g 乾土
				24 時間

(4) 補足参考測定

ア ゲルマニウム半導体検出器による機器分析

試料	測定目標値				単位	供試量
	Co-60	I-131	Cs-134	Cs-137		測定時間
降下物	0.8	—	0.8	0.8	Bq/m ³	1か月分
						50,000秒
松葉	0.2	—	0.2	0.4	Bq/kg 生	灰40g相当
						50,000秒
松葉（直接法）	—	0.8	—	—	Bq/kg 生	2×10 ³ cm ³ 相当
						20,000秒
海水	8	—	8	8	mBq/L	10L
						50,000秒

イ トリチウム分析

試料	測定目標値	単位	供試量
	H-3		測定時間
大気中水分 （捕集水）	1	Bq/L	50mL
			10分×20回×3サイクル
大気中水分 （空気）	0.05	Bq/m ³	50mL
			10分×20回×3サイクル

6 測定等の委託

測定等（試料の前処理を含む。）を委託する場合には、委託先のデータの品質が適切な方法により十分なレベルを確保していることを調査する。