

7 大気中水分トリチウムの捕集カラムの破損事象に係る報告

白砂局で令和4年8月に行った大気中水分トリチウムの試料採取において、捕集カラムが破損し、シリカゲルの一部が散逸したことで計画に基づく測定を通常どおり行うことができなかった。この現象は令和2年度から3年連続で発生しており、同局の夏季のみで発生している。

令和2年度のシリカゲルの交換（ロット変更）前においては白砂・平場の両局において破損事例はなく、それ以降も平場局では破損事例はない。このことから、令和3年度に推定したガラスカラムの経年劣化だけでなく、シリカゲルのロットによる粒径差及び平場局にはない白砂局特有の現場環境に破損原因がある可能性を改めて考えるに至った。

なお、これまでの調査において実験室レベルでは破損状況の再現はできていない。

これを受け、今後は異なる種類のシリカゲルを用いた捕集装置を白砂局へ並列で配置する比較試験の実施を検討する。なお、万が一の破損発生時の状況を正確に記録するため、同実験を撮影する小型監視カメラの設置についても併せて検討していくこととする。

1 通常の捕集方法及び今回の破損状況

通常、大気中水分トリチウムの試料採取は、シリカゲルを充填したガラスカラム4本を直列状態で設置し、ポンプにより吸引した空気中の水分を捕集することにより行っている（図1）。

大気中の絶対湿度は季節によって大きく異なるため、捕集量160～250ml（カラム4本）となるように流速を設定している。具体的には、4～5月と10～11月は0.5L/min、6～9月は0.3L/min、12～3月は0.9L/min程度を捕集流速の目安としている。通常、流速設定は上流側ニードルバルブ（赤色）を十分に開放し、原則、下流側ニードルバルブ（青色）のみで操作することで、カラムに減圧負荷をかけないようにしている。流速は、必要に応じてフローメータの値を参考とし、積算流量計の値を採用している。

今回、令和4年8月18日の白砂局舎の業者点検時にカラムが破損しており、シリカゲルが散逸している状態であった（写真1及び2）。

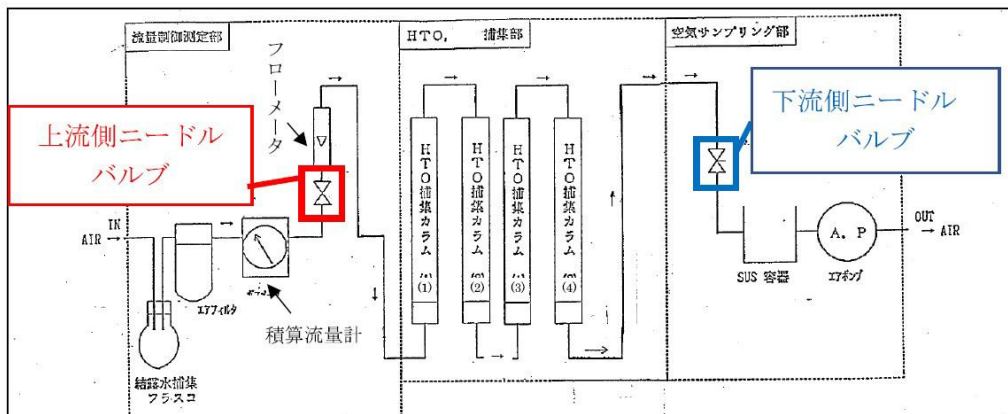


図1 トリチウム捕集装置配管系統図



写真1 カラムの破損状況



写真2 散逸したシリカゲル

2 これまでの経緯・原因調査

(1) これまでの経緯と原因の推定

令和2年度及び令和3年度に白砂局で同様の破損事象を確認しており、いずれも夏季（第2四半期）であった。

令和2年度はカラムに充填したシリカゲルの粒径がそれまでよりも規格の範囲内で小さくなり、シリカゲルの重量が増えたことによって全体の吸湿量が増え、特に1段目のカラムへの負荷が増大したためと推定していた。

令和3年度は、人為的な操作過誤を疑い、誤ったバルブ操作によるカラム内部の減圧環境を模した過酷試験を実験室にて実施したが、破損事象を再現できない

こと及び約 20 年以上のガラスカラム連続使用の実績から、同カラムの経年劣化及び焼き出し時のガラス疲労が発生していた可能性が高いと推定していた。

令和 4 年度においても、同じ夏季（第 2 四半期）において同様の破損事象が発生し、かつ全ての事例において破損したカラムは図 1 の 1 段目であった。

また、シリカゲルのロット変更による粒径差が顕著となったのも、破損事象が発生し始めた令和 2 年度以降であった。

このことから、破損事象は経年劣化のみならず、シリカゲルのロット変更及び白砂・平場の局舎環境差による影響の可能性のあることを改めて考えるに至った。

(2) 原因調査（シリカゲル）

シリカゲル交換前の平成 27 年度～令和元年度、交換後の令和 2 年度、令和 3 年度のロットによる違いを把握するため、使用済みのものとして保管しているシリカゲルの粒径に関する調査を 2 mm 篩によるふるい分け法により行った。調査の結果、現在使用中のシリカゲルはカラム破損以前のシリカゲルと比較して、2 mm 以下の粒状のものが多く判明したため、カラム内の充填密度を増加させた可能性が高いと考えた（表 1 及び写真 3）。ただし、このことがカラム破損に繋がるほどの圧力を生じさせた証拠は現時点ではない。

表 1 2 mm 篩によるふるい分け結果

ふるい分け割合	1 回目	2 回目	3 回目
H27 以降使用のシリカゲル	0.5%	0.4%	0.3%
R1 まで使用のシリカゲル	0.5%	0.4%	0.4%
R3 使用のシリカゲル	2.0%	1.6%	1.5%

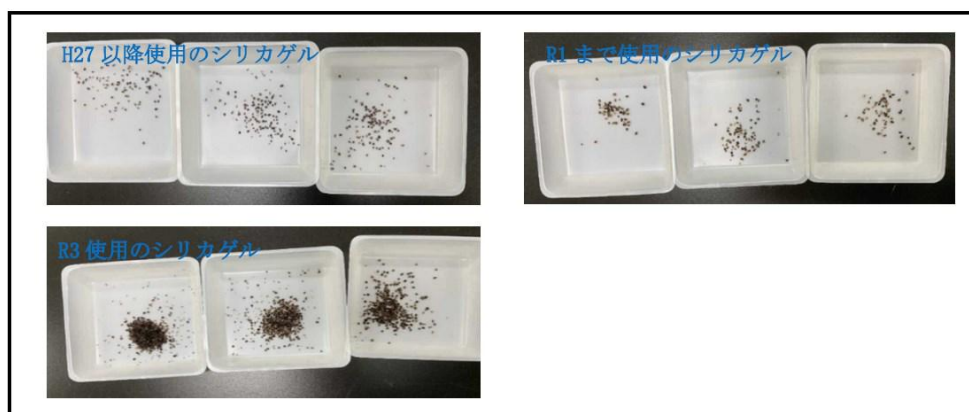


写真 3 2 mm 篩によるふるい分け結果

(3) 原因調査（局舎環境による差）

写真4に白砂局舎内の状況を、写真5に平場局舎内の状況を示す。

局舎環境として、吸引経路、発電機及びエアコンの配置が異なっている。このことにより、白砂局では平場局に比較して空気環境等の違いにより何らかの影響があるため、カラムの破損に繋がっている可能性があると考えた。



写真4 白砂局舎内の状況



写真5 平場局舎内の状況

3 まとめ

明確な原因究明には至っていないものの、令和2年度以降のロットのシリカゲルを用いた白砂局特有の事象であることから、令和3年度に推定したガラスカラムの経年劣化だけでなく、シリカゲルのロットによる粒径差及び平場局にはない白砂局特有の現場環境に破損原因がある可能性を改めて考えるに至った。

4 今後の対応

今後の対応として、以下の原因調査について来年度中夏季の実施を検討する。

- (1) 異なる種類のシリカゲルを用いた捕集装置を白砂局へ並列で配置する比較試験の実施
- (2) 万が一のガラスカラム破損発生時の状況を正確に記録するため、同実験を撮影する小型監視カメラの白砂局への設置

令和4年11月21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

8 令和4年度第3四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4年度第3四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

- ・ 空間放射線量率（桜ヶ池公民館、佐倉三区、旧監視センター及び草笛）

2 原因調査結果

添付1のとおり。

令和4年11月21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

空間放射線量率の平常の変動幅の上限逸脱について（速報）

（要旨）

令和4年10月18日、桜ヶ池公民館、佐倉三区、旧監視センター及び草笛モニタリングステーション（以下「MS」という。）の空間放射線量率の値が、一時的に平常の変動幅の上限を超過した。

原因調査の結果、人工放射性核種の影響ではなく、降雨による自然変動（自然放射線の変動）と推定するに至った。

1 測定結果

表1、表2及び図1のとおり、令和4年10月18日に桜ヶ池公民館MS他3局で測定した空間放射線量率が、10分間平均値又は1時間平均値の平常の変動幅の上限を超過した。

2 原因調査

(1) 発電所内エリアモニタリング設備等の異常の有無

テレメータシステムで収集している発電所敷地境界モニタリングポスト、排気筒モニタ及び放水口モニタの当該時間帯の空間放射線量率及び計数率を確認したところ、平常の変動幅を超過する数値は計測されなかった。

また、その他エリアモニタリング設備（格納容器雰囲気モニタ、燃料交換エリア換気モニタ等）に異常はなかった。

(2) 自然放射性核種の変動

桜ヶ池公民館MS他3局は、同時時間帯に降雨が計測され、そのことによる影響で空間放射線量率が上昇したと考えられる時系列変化を示していた（図1）。

また、桜ヶ池公民館MS他3局の線量率トレンドグラフを確認したところ、天然放射性核種（U系列）の値が上昇していた（図2）。

よって、今回の空間放射線量率上昇は降雨による影響と推定された。

(3) 周辺環境の変化

現地の周辺環境を監視カメラの映像により確認したところ、降雨以外に空間放射線量率の上昇に寄与するような環境の変化は認められなかった。

3 結論

令和4年10月18日に桜ヶ池公民館MS他3局の空間放射線量率における平常の変動幅の上限を超過した原因は、降雨による自然変動（自然放射線の変動）によるものと推定された。

表 1 空間放射線量率（10分間平均値）

単位：nGy/h

測定地点	空間放射線量率 最大値 (期間：10月18日 21時20分～ 22時40分)	平常の変動幅
桜ヶ池公民館	103	43～88
佐倉三区	88	36～86
旧監視センター	85	39～77
草笛	96	38～79

表 2 空間放射線量率（1時間平均値）

単位：nGy/h

測定地点	空間放射線量率 最大値 (期間：10月18日 22時～23時)	平常の変動幅
桜ヶ池公民館	95	44～86
旧監視センター	81	40～76
草笛	84	38～77

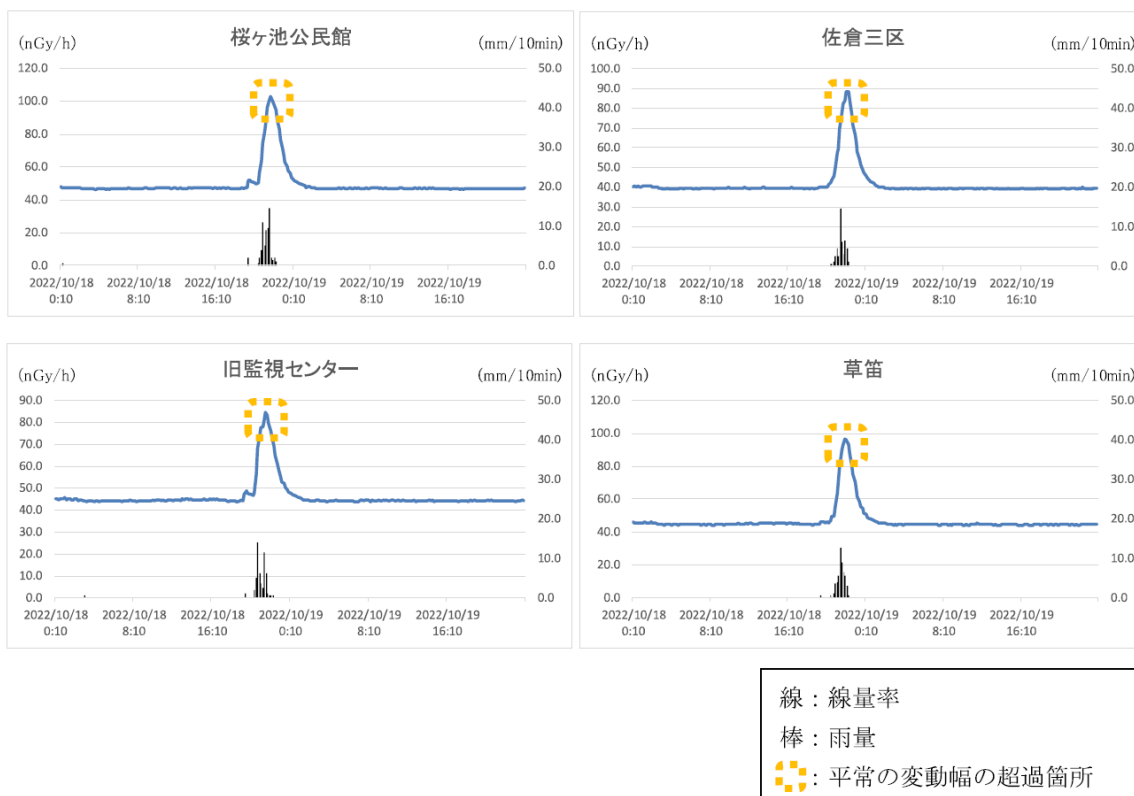


図 1 空間放射線量率及び雨量の時系列変化

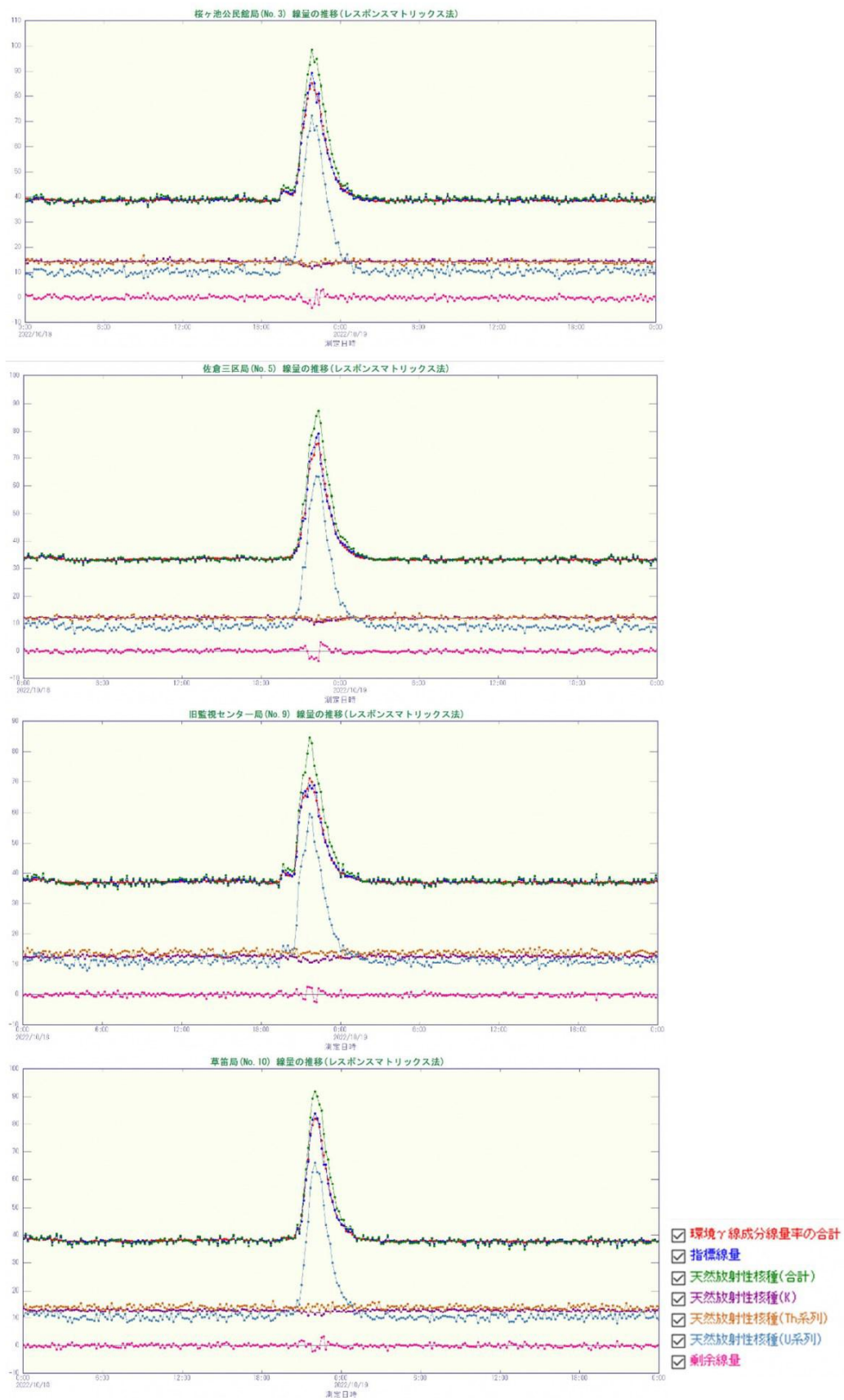


図2 線量率トレンドグラフ

9 令和4年度浜岡原子力発電所周辺環境放射能測定計画

令和4年2月14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4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 陸水 農畜産物 海産生物 土壌 海底土	γ線放出核種 ³⁾ γ線放出核種 ³⁾⁴⁾ Sr-90 γ線放出核種 ³⁾⁴⁾ Sr-90 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 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 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 ゲルマニウム半導体検出器による機器分析
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	
	③ 原子炉施設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	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
④ 緊急事態が発生した場合への平時からの備え	環境試料中の放射能の測定	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	
	排水の全計数率の測定	γ線 10分間平均値	放水口モニタによる連続測定	
	環境試料中の放射能の測定 ²⁾	γ線放出核種 ³⁾ 農畜産物 海産生物 陸水 土壌 海水	ゲルマニウム半導体検出器による機器分析 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 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 トリチウム分析	ダストモニタ採取 取試料

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		
	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	II-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か。
- ・ 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、測定の参考とするため、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、評価の対象とはしない。

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4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	中部電力			
	桜ヶ池公民館				
	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	Sr-90	II-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 ^{※1)}			24	注) 2地点を交互に年2回		
			新神子										中部電力	
			掛川市										掛川市	
			掛川市										掛川市	
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										牧之原市	
			掛川市										掛川市	
			掛川市										掛川市	
	玄米	御前崎市	下朝比奈	県	1	10月	2	2			2	2	穀類 ※2 5年に1回	
			掛川市											掛川市
			掛川市											掛川市
			掛川市											掛川市
	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		
			御前崎市											御前崎市
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	菊川市	小笠東	県	1	1月	2					2	葉菜類 ※2 5年に1回		
		堀野新田											中部電力	
たまねぎ	御前崎市	池新田	県	3	5月	6					6	鱈菜類		
		白浜											中部電力	
白ねぎ	御前崎市	合戸	県	1	12月	2					2			
		御前崎市											御前崎市	
かんしょ	御前崎市	新神子	県	1	9月	2					2	いも類		
		御前崎市											御前崎市	
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		
		堀野新田											中部電力	
茶葉	御前崎市	朝比奈	県	5	4月	10					16			
		新野											中部電力	
		新谷											中部電力	
		新谷											中部電力	
茶葉	御前崎市	小笠東	県	1	4月	2					2	※2 5年に1回		
		堀野新田											中部電力	
原乳	掛川市	下土方	県	2	4, 7, 10, 1月	16	8				24			
		額田											中部電力	
雨水・ちり	降水物	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										中部電力	
大気	大気中水分	御前崎市	白砂	県	4	毎月				48	48	※3		
			平場										中部電力	
			中町										中部電力	
			上ノ原										中部電力	
合計							224	36	48	2	310			

※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5~8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	Sr-90	H-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		
					1	1月	2	2	4	貝類
					1	1月	2		2	
					1	7月	2		2	
					1	10月	2	2	4	
					1	5月	2		2	
					1	1月	2		2	
1	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					※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	

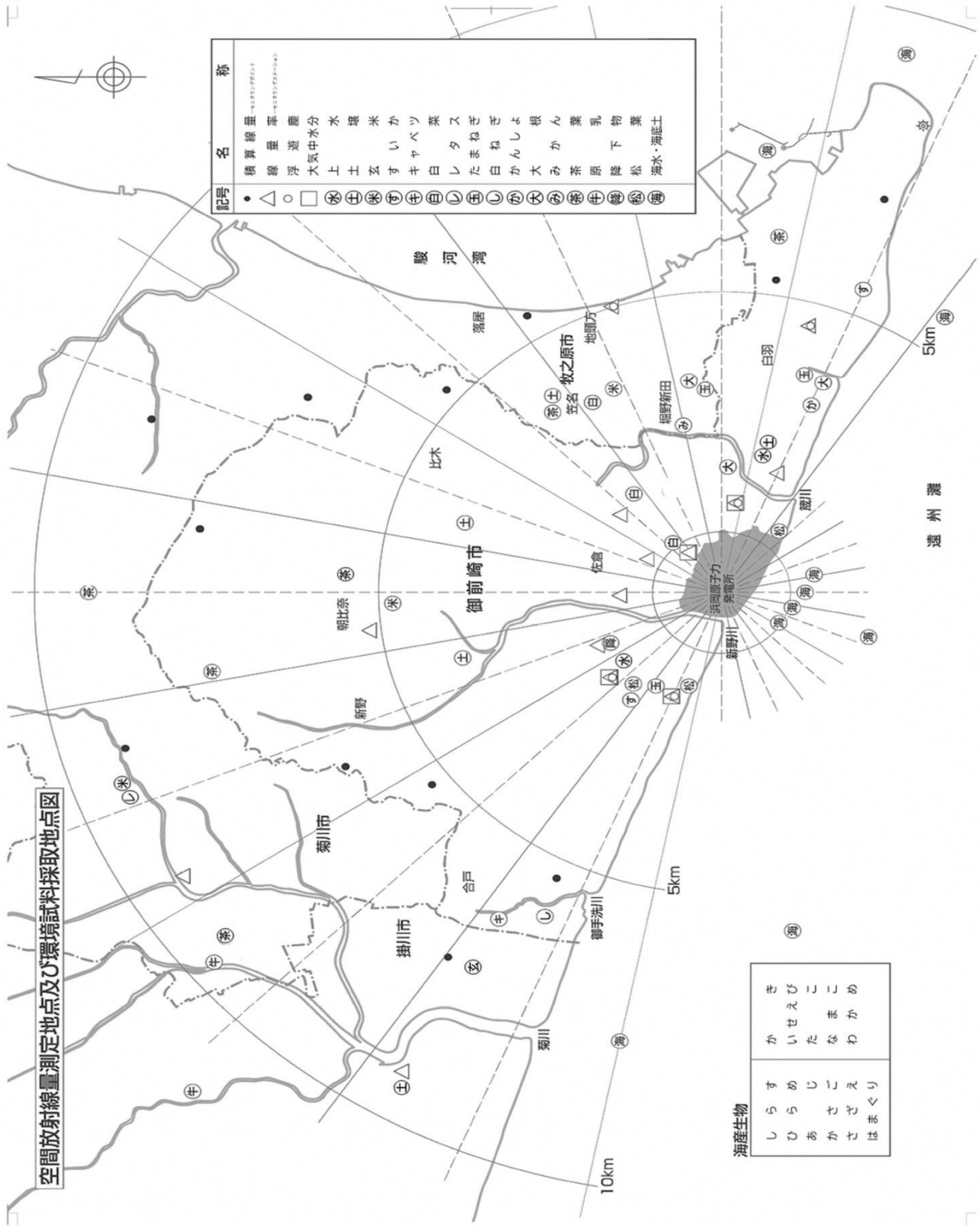
※1 県と中電の測定数の合計

※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				



空間放射線量測定地点及び環境試料採取地点図

記号	名称
●	積算線量
○	線量
□	浮遊塵
△	水中
水	水
土	土
米	米
カ	カ
ツ	ツ
菜	菜
ス	ス
ぎ	ぎ
よ	よ
根	根
ん	ん
葉	葉
乳	乳
物	物
業	業
土	土
海	海水・海底土

海産生物	
し	す
ひ	め
あ	じ
か	こ
さ	え
ざ	り
ま	
く	
り	
き	こ
い	こ
せ	め
え	か
び	か