

### Ⅲ 平常の変動幅の上限超過（積算線量）に係る原因調査

平成30年度の積算線量の測定結果において、浜岡原子力発電所周辺57地点中のうち、5地点で平常の変動幅を超過した。

上限超過した地点は、第1四半期分（4月～6月）では「薄原前」、「芹沢」及び「朝比奈原公民館」の3地点で、第2四半期分（7～9月）では「朝比奈原公民館」及び「千浜小学校」の2地点で、第3四半期分（10～12月）では「中西」及び「芹沢」の2地点であった。なお、第4四半期は超過はなかった。

調査の結果、平常の変動幅の上限を超過した原因は、浜岡原子力発電所からの人工放射性核種の影響ではなく、自然変動（自然放射性核種の変動）の影響によるものと推定した。また、「中西」については、浜岡原子力発電所からの人工放射性核種の影響ではなく、積算線量計の設置状況の変化又は自然変動（自然放射性核種の変動）と推定した。

#### 1 測定結果

表1及び図1に示す地点において、平常の変動幅の上限を超過した。（上限を超過した測定値は下線にて示した。）

表1 積算線量の平常の変動幅の上限超過状況

単位：mGy

期間	ポイント番号	測定地点名	測定機関	測定値 (90日換算値)	平常の変動幅 (90日換算値)
平成30年度 第1四半期 ※1	8	すずきはらまえ 薄原前	中部電力(株)	<u>0.15</u> [ 0.145 ]	0.13 ～ 0.14
			監視センター	0.14 [ 0.143 ]	
	49	朝比奈原 公民館	中部電力(株)	0.14 [ 0.140 ]	0.12 ～ 0.14
			監視センター	<u>0.15</u> [ 0.145 ]	
平成30年度 第2四半期 ※2	49	朝比奈原 公民館	中部電力(株)	<u>0.15</u> [ 0.145 ]	0.12 ～ 0.14
			監視センター	0.14 [ 0.142 ]	
	53	千浜小学校	中部電力(株)	<u>0.16</u> [ 0.156 ]	0.14 ～ 0.15
			監視センター	0.15 [ 0.153 ]	
平成30年度 第3四半期 ※3	6	中西	中部電力(株)	<u>0.15</u> [ 0.146 ]	0.13 ～ 0.14
	10	芹沢	中部電力(株)	<u>0.15</u> [ 0.146 ]	0.13 ～ 0.14

※1 測定期間：平成30年3月14日～平成30年6月19日（98日間）

※2 測定期間：平成30年6月20日～平成30年9月12日（85日間）

※3 測定期間：平成30年9月13日～平成30年12月18日（97日間）

#### 2 調査結果

##### (1) 自然放射性核種の影響

以下の調査をした結果、平常の変動幅の上限を超過した原因は、自然変動（自然放射性核種の変動）又は積算線量計の設置状況の変化の影響の可能性が考えられる。

### ① 積算線量の推移

上限超過した「薄原前」、「芹沢」、「朝比奈原公民館」、「千浜小学校」及び「中西」の測定地点と、近傍の「広沢」、「鬼女新田公民館」、「合戸池田」及び「白羽小学校」の測定地点の積算線量の推移を図2に示す。

推移を確認した結果、いずれの地点も特異な傾向は認められず、上限を超過した5地点にあつては、東電事故以降、上限値付近で推移している状況であつた。

### ② 周辺環境の変化

蛍光ガラス線量計の交換時の確認では、当該5地点の周辺環境に変化は認められなかった。「中西」については、図3に示す通り、固定治具の変形が確認され、RPLD素子の位置が変形前と比較して約10cm電柱に近い位置になっていた。変形した時期は、前回交換日の平成30年9月13日から今回交換日の12月19日の間と推定されるが、変形した原因は不明である。本影響について、中西の電柱のRPLD素子の設置高さで、NaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータで空間線量率を測定した結果、電柱からの距離の違いによって有意な差は表れなかった。しかし、設置状況が変化したことによる長期的な影響については否定できない。

なお、変形した固定治具は、平成31年1月25日に取替を実施した。

## (2) 人工放射性核種の影響

浜岡原子力発電所内の放出監視モニタ等の測定結果から、浜岡原子力発電所からの人工放射性核種の放出は確認されていない。また、地頭方小学校モニタリングステーション(第1四半期分)、中町モニタリングステーション(第2四半期分)、白羽小学校モニタリングステーション(第3四半期分)で測定した浮遊塵の全アルファ・全ベータ放射能比の結果でも、特異な変動はなく、浮遊塵中のガンマ線放出核種測定の結果でも、人工放射性物質は検出されていない。

このことから、浜岡原子力発電所からの人工放射性核種の影響ではないと考える。

## (3) 測定系の健全性

### ① 測定器の健全性

蛍光ガラス線量計読取装置及び蛍光ガラス線量計について、静岡県環境放射線監視センター及び中部電力(株)がそれぞれ年1回定期点検を実施し、異常がないことを確認しているとともに、線量の読取前後には目視による外観確認を行い、異常がないことを確認している。

### ② 両測定機関の蛍光ガラス線量計読取装置の差異

積算線量は、平成28年より開始した静岡県による計画外測定において、中部電力(株)と監視センターが同一の蛍光ガラス線量計を測定するクロスチェック測定を57地点中8地点において実施している。その結果より、測定値の差異(測定機関による偏り)を確認したが、両測定機関による結果に有意な差は見られなかった(-4~4%程度)。

以上のことから、測定系の健全性は確保できていると考える。

(4) 測定処理の適切性

測定結果の算出については、入念に再チェックを行い、測定結果に問題がないことを確認した。このことから、測定処理は適切であったと考える。

3 評価結果

平常の変動幅の上限を超過した原因として、「中西」を除く4地点については、浜岡原子力発電所からの人工放射性核種の影響ではなく、自然変動（自然放射性核種の変動）によるものとする。また、「中西」については、浜岡原子力発電所からの人工放射性核種の影響ではなく、積算線量計の設置状況の変化又は自然変動（自然放射性核種の変動）と考える。

以上

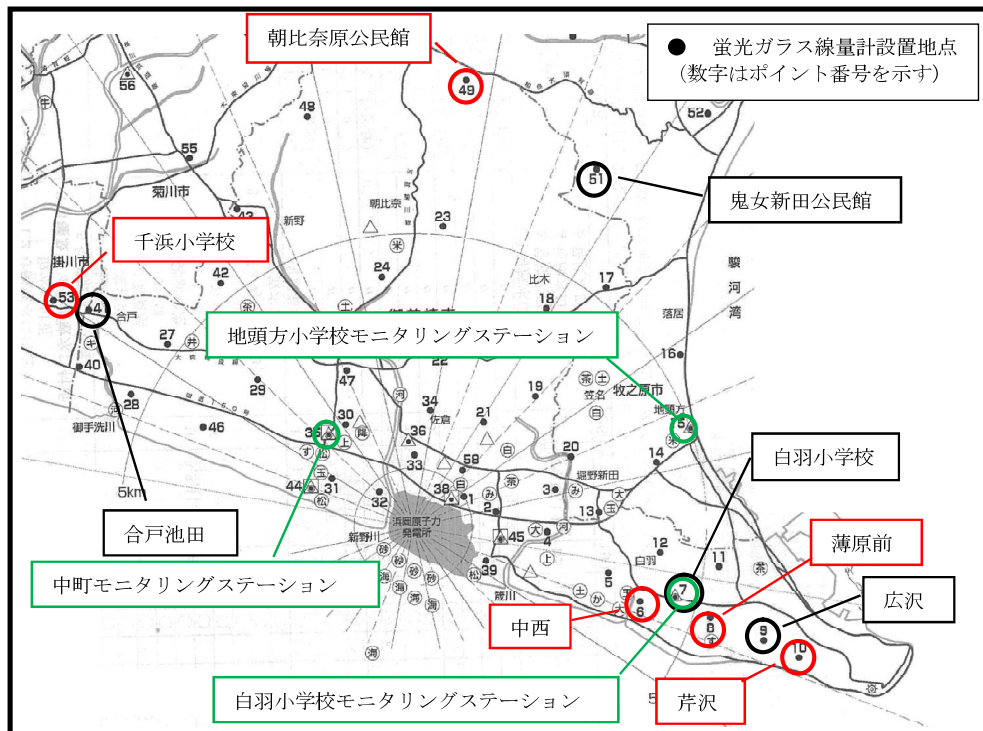


図1 蛍光ガラス線量計の設置地点

東電事故

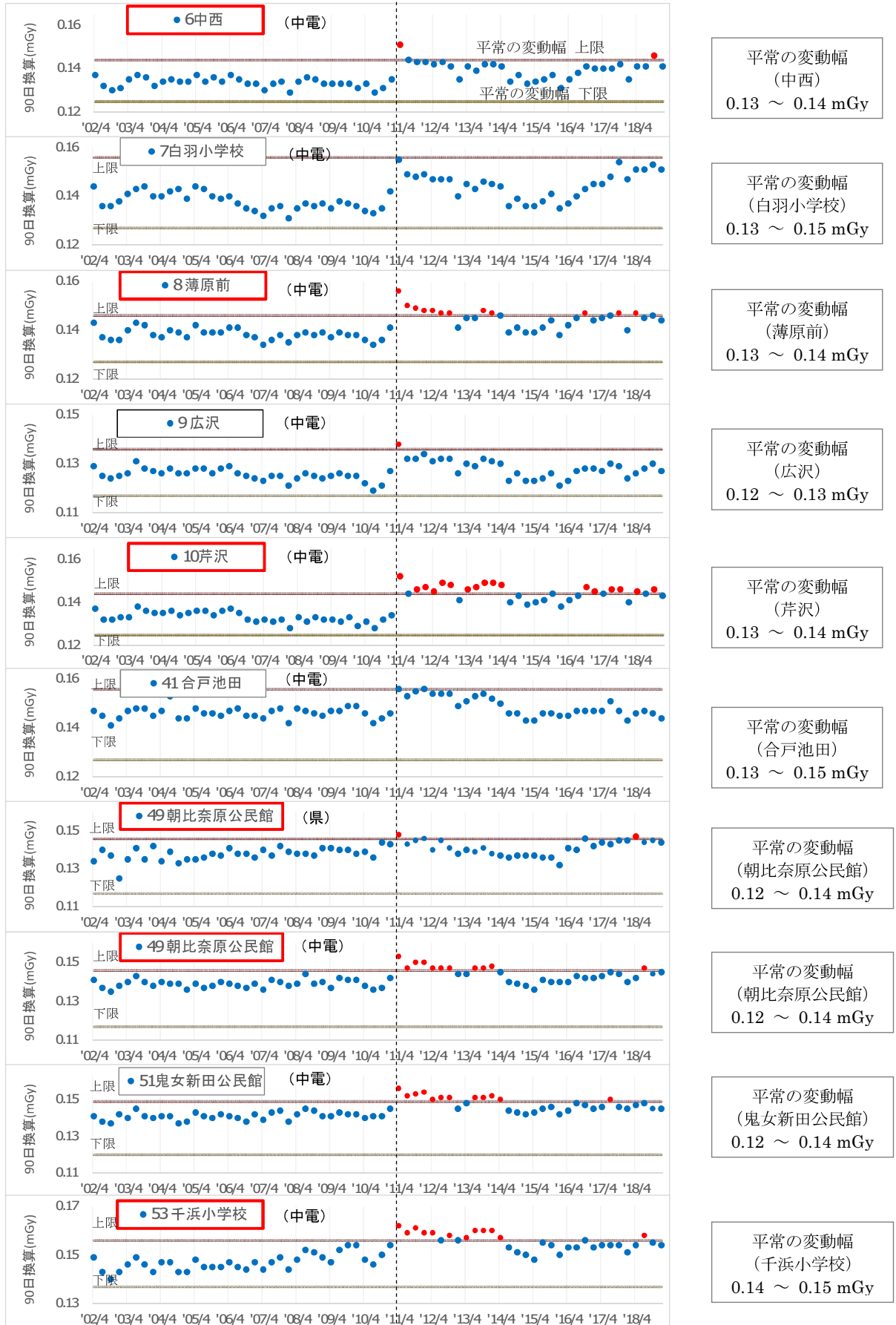


図2 積算線量の推移 ●は平常の変動幅の上限を超過した値を示す。



図3 中西のモニタリングポイントの蛍光ガラス線量計固定治具の取替前後の写真

#### IV 平常の変動幅の上限超過（集塵終了 6 時間後の全ベータ放射能）に係る原因調査

平成 30 年 4 月、地頭方小学校モニタリングステーション（以下、「地頭方小学校 MS」という。）において、浮遊塵中の集塵終了 6 時間後の全ベータ放射能濃度（以下「 $\beta 2$ 」という。）の 1 時間値が平常の変動幅の上限を上回る事象が発生した。原因調査の結果、平成 28 年 3 月に実施した連続ダスト測定装置更新による影響及び自然放射線による揺らぎにより、平常の変動幅の上限を超過したと推定した。

##### 1 事象

今回報告対象の事象を表 1 に示す。なお、今回報告対象事象と同様に、地頭方小学校 MS の  $\beta 2$  の 1 時間値が平常の変動幅の上限を上回る事象は、平成 29 年 5 月に発生している。（平成 29 年度第 2 回技術会報告済み）

表 1  $\beta 2$ （1 時間値）（平成 30 年 4 月の間に発生した事象）

単位：Bq/m<sup>3</sup>

測定地点	H30 4/23 13:00～ 15:00	平常の変動幅 (1 時間値)
牧之原市 地頭方小学校 MS	0.28～0.29	**～0.27

※：\*は「LTD：検出限界未満」を示す。

##### 2 原因調査

###### (1) 連続ダスト測定装置更新による指示値の変化

平成 28 年 3 月に実施した、浮遊塵中の全アルファ・全ベータ放射能の測定を行う連続ダスト測定装置の更新後において、集塵中の全アルファ放射能濃度の低下及び集塵中の全ベータ放射能濃度、集塵中の全アルファ・全ベータ放射能比の上昇が認められた。なお、ダストモニタの濃度算出時において、検出器効率やバックグラウンド値を一律として計算していることによるわずかな誤差等は生じるが、これらの値について点検にて規定の範囲内であることを確認しており、測定装置の健全性は確保できていたと考えられる。（平成 28 年度第 1 回技術会にて報告済み）なお、 $\beta 2$  においては測定装置更新後において指示値に上昇が認められている。

## (2) 自然放射性核種の変動

ダストモニタは5局舎のモニタリングステーションに設置しており、平成30年4月における事象当該時刻の $\beta 2$ は5局舎で一時的に上昇している。また、当該集塵時間帯の全ベータ放射能濃度（以下「 $\beta 1$ 」という。）についても、他局舎と同様の変動をしている。（図1、図2）

浜岡原子力発電所内の気象観測データから、当該集塵時間帯の大気安定度<sup>注1</sup>はG型又はD型を示しており、気流の乱れが小さい気象条件であったと考えられる。

そのため、大地から散逸したラドン、トロン<sup>注2</sup>等の自然放射性核種が拡散せず、地表面付近に溜まり、見かけ上の半減期が長いトロン崩壊生成物の影響<sup>注3</sup>により、 $\beta 2$ が上昇したものと考えられる。

## (3) 人工放射性核種による影響

地頭方小における集塵中及び集塵終了6時間後の全アルファ・全ベータ放射能比（以下それぞれを「 $\beta 1 / \alpha 1$ 」、「 $\beta 2 / \alpha 2$ 」という。）は、ほとんど変化が見られない。（図3）

また、当該集塵時間帯のろ紙を回収し核種分析を行ったところ、人工放射性核種は検出されなかった。

さらに、モニタリングステーション及び浜岡原子力発電所敷地内のモニタリングポストの線量率に異状は認められなかった。

これらのことから、人工放射性核種による影響ではないと考えられる。

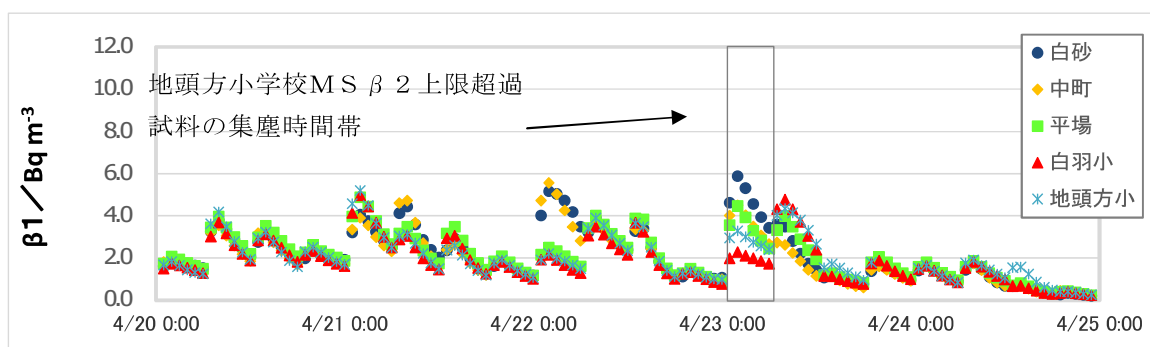
## (4) 測定系の健全性

連続ダスト測定装置の点検結果（平成29年12月に実施）や事象発生直後の現場確認において、測定機器等に異常がないことを確認した。

このことから、測定系の健全性は確保できていたと考えられる。

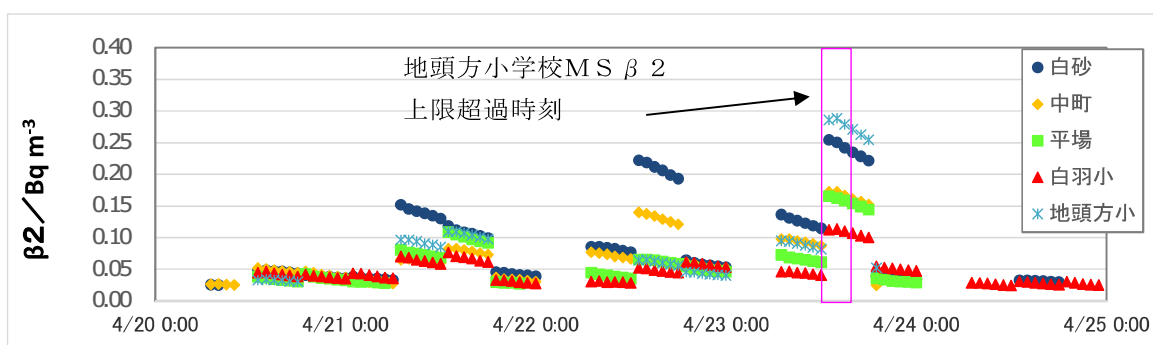
## 3 まとめ

調査の結果、地頭方小学校MSにおいて $\beta 2$ が平常の変動幅の上限を超過した原因は、平成28年3月に実施した連続ダスト測定装置更新による影響及び自然放射線による揺らぎによるものと推定した。



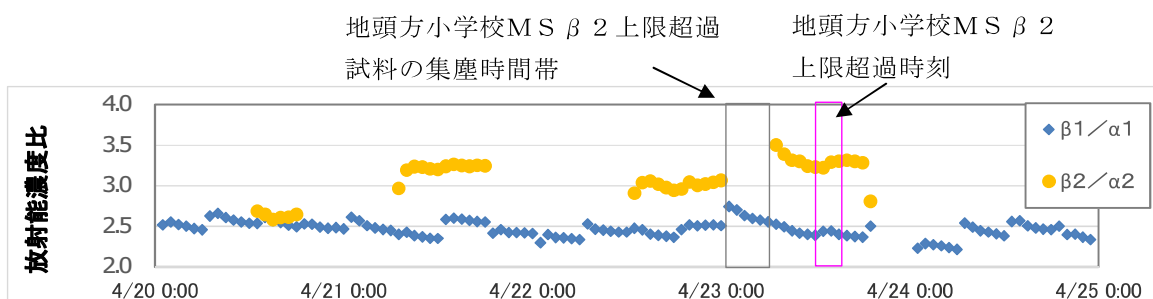
※LTD（検出限界未満）の測定結果は表示しない。

図1 各モニタリングステーションの浮遊塵中の全ベータ放射能（4月）  
（β 1：集塵中）



※LTD（検出限界未満）の測定結果は表示しない。

図2 各モニタリングステーションの浮遊塵中の全ベータ放射能（4月）  
（β 2：集塵終了6時間後）



※LTD（検出限界未満）の測定結果は表示しない。

図3 地頭方小学校MSの浮遊塵中全アルファ・全ベータ放射能比（4月）  
（β 1 / α 1：集塵中、β 2 / α 2：集塵終了6時間後）



注1【大気安定度】

大気安定度は、太陽からの熱放射や夜間における地球からの放熱量と風速のデータから気流の乱れの状態を表した指標である。

昼間は風速と日射量のデータから、夜間は風速と放射収支量のデータから大気安定度を求める。

大気安定度はA～Gに分類され、Aの状態では大気は最も不安定であり、Gは大気が最も安定している状態である。大気（空気の流れ）の状態が不安定なほど放射性物質は拡散されやすい。

大気安定度の算出表

風速 (U) (m/s)	日射量 (T) (KW/m <sup>2</sup> 10分)				放射収支量 (Q) (KW/m <sup>2</sup> 10分)		
	T ≥ 0.6	0.60 > T ≥ 0.30	0.30 > T ≥ 0.15	0.15 > T	Q > -0.020	-0.020 > Q ≥ -0.040	-0.040 > Q
U < 2.0	A	A-B	B	D	D	G	G
2.0 ≤ U < 3.0	A-B	B	C	D	D	E	F
3.0 ≤ U < 4.0	B	B-C	C	D	D	D	E
4.0 ≤ U < 6.0	C	C-D	D	D	D	D	D
6.0 ≤ U	C	D	D	D	D	D	D

注2【ラドン、トロン】

ラドン（ウラン系列に属する<sup>222</sup>Rn）及びトロン（トリウム系列に属する<sup>220</sup>Rn）は、地殻中に存在するウラン及びトリウムが多段階的に崩壊を繰り返すことでそれぞれ生成される自然の放射性核種である。これらは、希ガス元素であるため、生成すると一部が地表面から大気中へと散逸する。

ラドン及びトロンは、それぞれ半減期3.8日及び56秒で、ポロニウム、鉛、ビスマス等の放射性の崩壊生成物へと変化し、周囲に存在する大気浮遊塵に吸着する。

ラドンの崩壊生成物である、鉛-214やビスマス-214は大気中濃度が比較的高く、かつ、ガンマ線を放出することから、空間放射線量に対する寄与が大きい。しかし、これらの見かけ上の半減期は約30分と短いため、数時間が経過すると、その寄与は大幅に減少する。一方、トロンの崩壊生成物の見かけ上の半減期は約11時間であるため、大気が安定している場合など、トロンが拡散しにくい気象条件では、集塵終了6時間後の全β放射能濃度が高くなる場合がある。

注3【見かけ上の半減期が長いトロン崩壊生成物の影響】

ラドンの崩壊生成物の見かけ上の半減期は約30分と短く、6時間後の濃度は無視できる程小さくなる。一方、トロンの崩壊生成物の見かけ上の半減期は約11時間あるため、6時間後の測定値に影響する。

## V 降下物の測定結果について

静岡県環境放射線監視線センター  
中部電力株式会社浜岡原子力発電所

平成 31 年 2 月に採取した降下物からセシウム-137 が検出されたが、その測定値が通常より高めだったため、原因調査を行った。その結果、採取場所付近（旧環境放射線監視センター敷地内）で行われた工事（西側入口設置工事）により、飛散した土砂が大型水盤へ混入した影響と考えられた。

### 1 測定結果

- (1) 採取日 平成 31 年 3 月 1 日（採取期間 平成 31 年 2 月 1 日～2 月 28 日）
- (2) 採取地点 旧環境放射線監視センター（御前崎市池新田）
- (3) 検出核種 セシウム-137
- (4) 測定値

前後の期間の測定値を含め表 1 に示した。

表 1 降下物の測定値（御前崎市池新田）

測定機関	採取時期	放射能濃度 Cs-137 (Bq/m <sup>2</sup> )	試料重量 (g)	採水量 (L)
静岡県	H30.12 月	0.084±0.019	3.34	30
	H31.1 月	0.050±0.013	0.49	30
	<b>H31.2 月</b>	<b>0.43±0.03</b>	<b>36.35</b>	<b>35</b>
	H31.3 月	0.10±0.02	15.96	20
	H31.4 月	0.079±0.025	15.41	90
【参考】 水準調査	H31.2 月 (牧之原市)	ND	3.92	28
中部電力	H30.12 月	0.12±0.02	4.2	30
	H31.1 月	0.074±0.016	3.2	30
	<b>H31.2 月</b>	<b>0.30±0.03</b>	<b>21.8</b>	<b>35</b>
	H31.3 月	0.13±0.02	8.2	20
	H31.4 月	0.078±0.021	9.6	90

注) 平常の変動幅：ND～0.12 Bq/m<sup>2</sup>

### 2 原因調査

- (1) 工事の状況

旧環境放射線監視センターにおいて、敷地西側に入口を設置する工事が 1 月下旬から行われ、2 月 1 日から地面を掘削する作業が行われていた。

2 月 15 日、大型水盤に工事による土砂の混入が考えられたため、西側と北側のフェンスをブルーシートで覆い養生を施した。

掘削等による土砂の飛散が考えられる工事は 3 月 7 日まで行われた。

## (2) 試料採取の状況

採水時には明らかに飛散した土砂の混入が認められた。(写真左：県、右：中部電力)

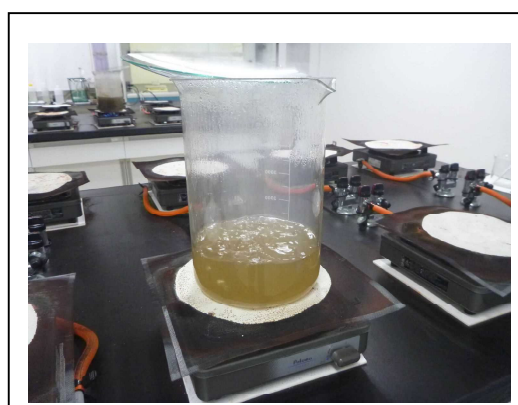


冬場は、西～北西の風が吹くため、工事で飛散した土砂は大型水盤方向に流される。県と中部電力の大型水盤は東西に並んで設置されているが、県が西側にあり、工事箇所により近接しているため、土砂の混入が多かったと考えられる。(写真中奥が県、手前が中部電力)



## (3) 前処理の状況

2月の試料(写真左)は、通常よりも黒褐色に変色していることが認められた。(写真右は同じ2月の水準調査(採取地点は牧之原市坂口)の試料)



また、表1のとおり、2月の試料重量は採水量の割に著しく重く、土砂混入の影響が認められた。

(3) 測定の妥当性

静岡県及び中部電力の両測定機関において、測定の手順等に問題はなかったことを確認した。

【参考】

採取地点付近の土壌の放射能測定を行ったところ、セシウム-137の放射能濃度は6.6 Bq/kg 乾土であった。仮に大型水盤に30gの土砂が混入したとすると0.4 Bq/m<sup>2</sup>となり、20gの土砂が混入したとすると0.26 Bq/m<sup>2</sup>となる。これは、2月の県と中部電力の降下物の測定値と近似している。

### 3 まとめ

2月の降下物のセシウム-137の測定値が通常より高かった原因は、採取地点付近で行われた工事によりセシウム-137を含む土砂が飛散し、大型水盤に混入したことによるものと考えられる。

なお、検出されたセシウム-137は、過去の核爆発実験等や東電事故に起因するものである。