

II 東京電力(株)福島第一原子力発電所事故及び核爆発実験等の影響について

平成 30 年度第 1 四半期の浜岡原子力発電所周辺環境放射能調査では、浜岡原子力発電所からの環境への影響は認められなかったが、東京電力(株)福島第一原子力発電所事故等の影響が確認されたため、「平成 30 年度環境放射能調査結果の評価方法」等に準じて、下記のとおり外部被ばくによる実効線量及び内部被ばくによる預託実効線量を推定し、影響を評価した。

記

1 外部被ばくによる実効線量

従来から、積算線量の平常の変動幅の上限超過量を人工放射線寄与分と見なし、実効線量を推定することとしている。

第 1 四半期の積算線量の測定結果は、最大で 0.01mGy/90 日の超過があった。第 2 四半期以降もそれが継続するものと仮定する。

その結果、平成 30 年度の実効線量は、約 0.03mSv/年（建屋による線量の低減を考慮した場合*は約 0.02mSv/年）であった。

※ 1 日のうちの 8 時間を屋外（低減係数 1）で、16 時間を平屋又は 2 階建ての木造家屋（低減係数 0.4）で過ごした場合を仮定し、より現実的な実効線量を推定した。

2 内部被ばくによる預託実効線量

第 1 四半期に採取した試料の放射能が 1 年間継続するものとし、内部被ばくによる預託実効線量が最大となるよう試料を選定した。

預託実効線量の計算に用いた試料の測定値を表 1 に示し、試料ごとの線量推定値を表 2 に示した。

その結果、平成 30 年 4 月を起点とした 1 年間の預託実効線量は約 0.00021mSv/年であった。

なお、東電事故以前との比較のために、図 1 に 1976～2018 年度の年間線量の時系列変化を示した。

3 線量の推定及び影響の評価

平成 30 年度の外部被ばくによる実効線量及び内部被ばくによる預託実効線量について、第 1 四半期の測定結果から推定したところ、約 0.03mSv/年であり、公衆の年線量限度 1mSv 又は自然放射線による線量（日本平均）2.1mSv と比較して十分に低いレベルであり、健康への影響は心配ないレベルである。

表1 線量評価の対象とした試料と測定値

試料名	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³¹ I	⁹⁰ Sr	単位	備考
浮遊塵	* ¹⁾	*	— ²⁾	—	mBq/m ³	白砂 MS H30年4月
	*	*	—	—	〃	中町 MS H30年5月
	*	0.010	—	—	〃	中町 MS H30年6月
玉ねぎ	*	*	—	—	Bq/kg 生	御前崎市池新田 H30年4月
茶葉	*	0.16	—	0.16	〃	御前崎市法ノ沢 H30年5月
原乳	*	0.015	* ³⁾	*	〃	掛川市下土方 H30年4月
あじ	*	0.018	—	—	〃	地頭方港 H30年6月

注1) 「*」は、「ND：検出されず」を表す。

注2) 「—」は測定対象外核種を示す。

注3) 原乳のヨウ素-131の単位はBq/Lである。

表2 大気吸引及び食物摂取による年間線量推定値 (単位：mSv/年)

試料名	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³¹ I	⁹⁰ Sr	吸引量又は摂取量 ¹⁾
浮遊塵	* ²⁾	0.0000026	— ³⁾	—	22.2m ³ /日
玉ねぎ	*	*	—	—	100g/日
茶葉	*	0.000008	—	0.000016	10g/日 ⁴⁾
原乳	*	0.000014	*	*	0.2L/日 ⁵⁾
あじ	*	0.00017	—	—	200g/日

注1) 吸引量又は摂取量は、成人が摂取する量とし、旧原子力安全委員会の「環境放射線モニタリング指針」(平成20年3月)などから引用した。

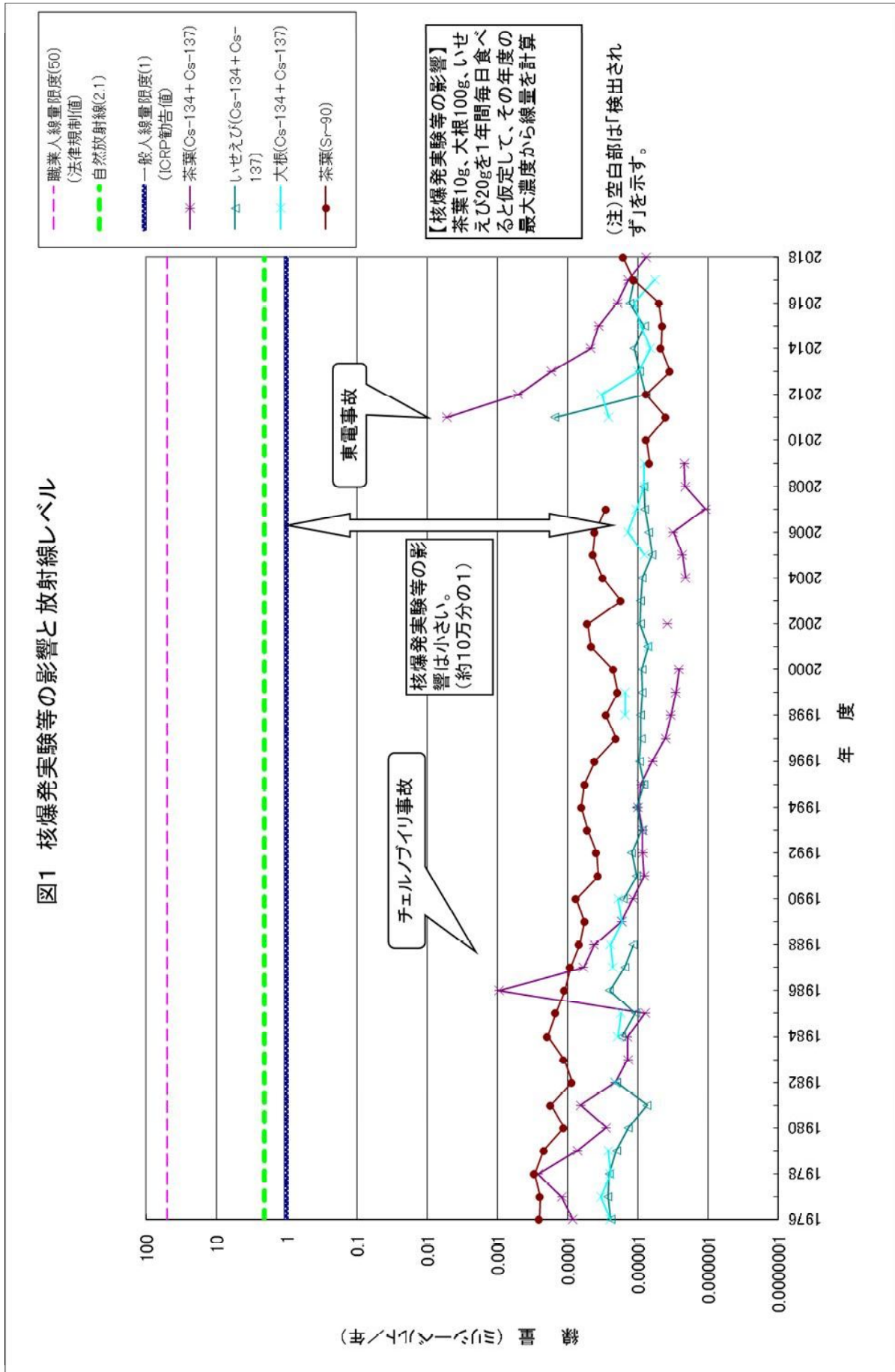
注2) 「*」は、検出されなかったため、評価の算定から除外した。

注3) 「—」は、測定対象外の核種であるため、評価の算定から除外した。

注4) 製茶の摂取量を1日2gとし、製茶1gあたりに使用する生葉を5gとしたため、生葉換算で1日あたり10gとした。また、お湯による放射性物質の抽出率は100%と仮定した。なお、製茶の摂取量は、総務省「家計調査年報(H21年度)」から、静岡市の1世帯あたりの購入数量を、世帯人数で割って求めた。

注5) 原乳中の放射性セシウム及び放射性ストロンチウムによる預託実効線量を求めるために、摂取量0.2L/日を0.2kg/日として用いた。

図1 核爆発実験等の影響と放射線レベル



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 年度第 1 四半期分（4～6 月）の積算線量の測定結果において、57 地点中、「薄原前」、「芹沢」及び「朝比奈原公民館」の 3 地点で平常の変動幅の上限を超過した。

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）によるものと推定した。

なお「薄原前」では、平成 28 年度第 3 四半期（10 月～12 月）及び平成 29 年度第 3 四半期、「芹沢」では平成 28 年度第 3 四半期（10 月～12 月）、第 4 四半期（1 月～3 月）、平成 29 年度第 2 四半期（7 月～9 月）、第 3 四半期（10 月～12 月）においても上限を超過している。

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	薄原前	監視センター	0.14 [0.143]	0.13 ～ 0.14
			中部電力(株)	<u>0.15</u> [0.145]	
	10	芹沢	中部電力(株)	<u>0.15</u> [0.145]	0.13 ～ 0.14
	49	朝比奈原 公民館	監視センター	<u>0.15</u> [0.145]	0.12 ～ 0.14
中部電力(株)			0.14 [0.140]		

※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 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）の可能性が考えられる。

① 積算線量の推移

当該 3 地点と、近傍の「広沢」及び「鬼女新田公民館」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 3 地点にあっては、東電事故以降、上限値付近で推移している状況であった。

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3地点の周辺環境に変化は認められなかった。

(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。当該3地点に近い地頭方小学校モニタリングステーションで測定したダストの全アルファ・全ベータ放射能比の結果に特異な変動はなく、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では平成29年8月及び平成30年2月に、中部電力㈱では平成30年2月及び平成29年7月に、それぞれ定期点検を実施し、異常がないことを確認するとともに、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た。

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年度から開始した静岡県による計画外測定において、監視センターが中部電力㈱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。その結果から、両測定機関の測定結果に有意な差は見られなかった(-3~4%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。

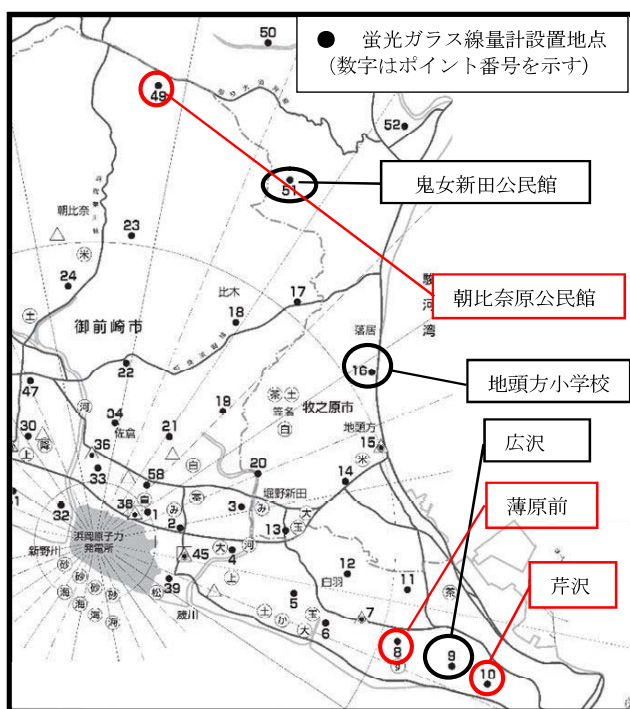
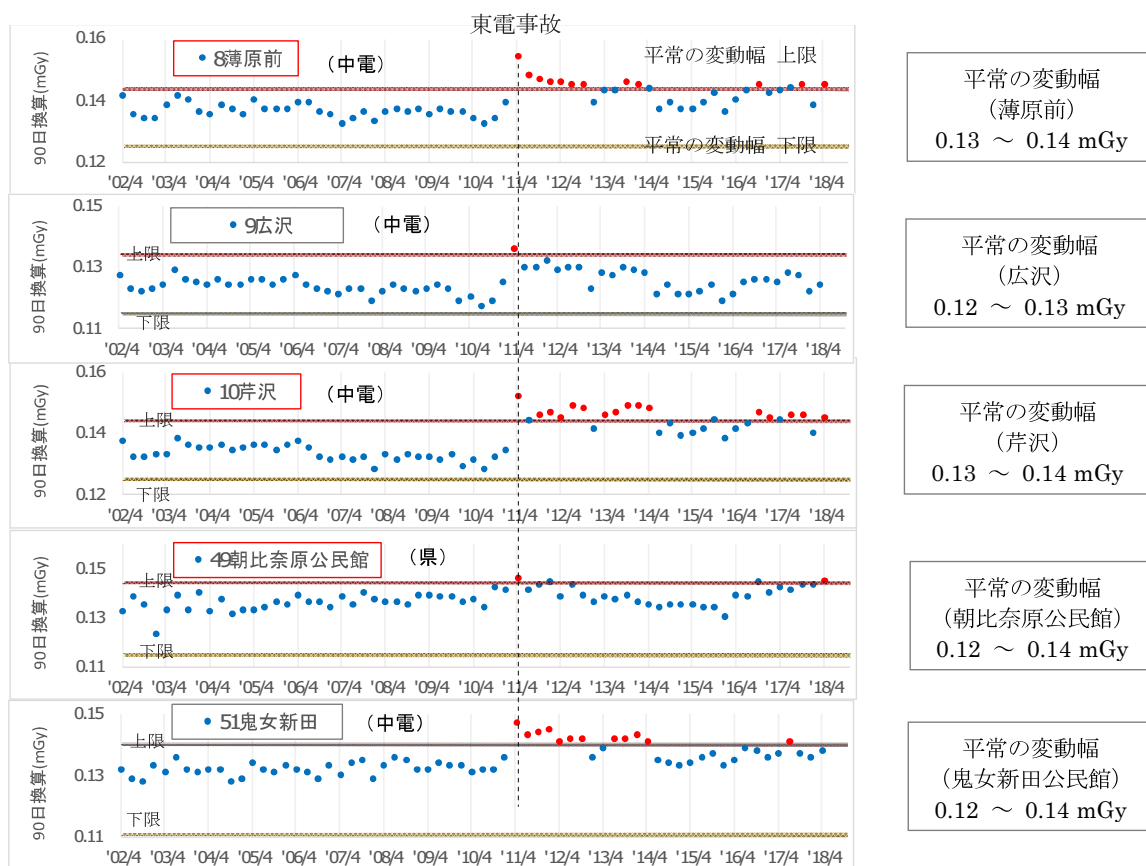


図1 蛍光ガラス線量計の設置地点



●は平常の変動幅の上限を超過した値を示す。

図2 積算線量の推移

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/m³

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^{注1}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^{注2}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^{注3}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。

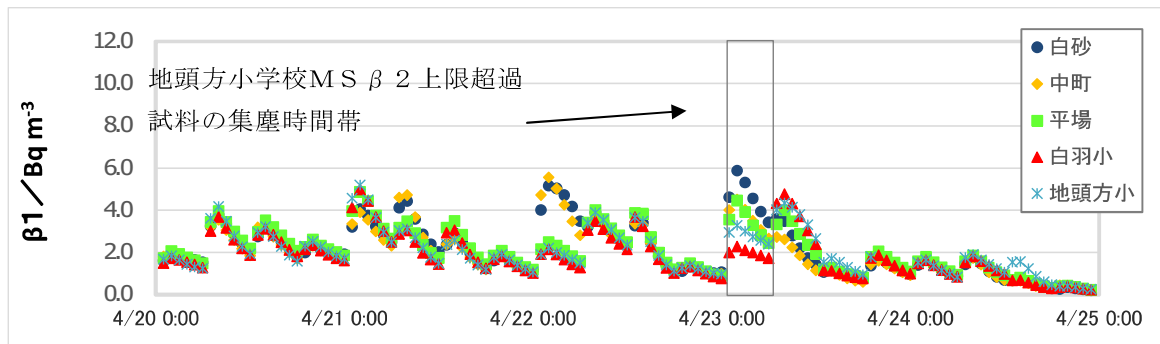
(4) 測定系の健全性

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。

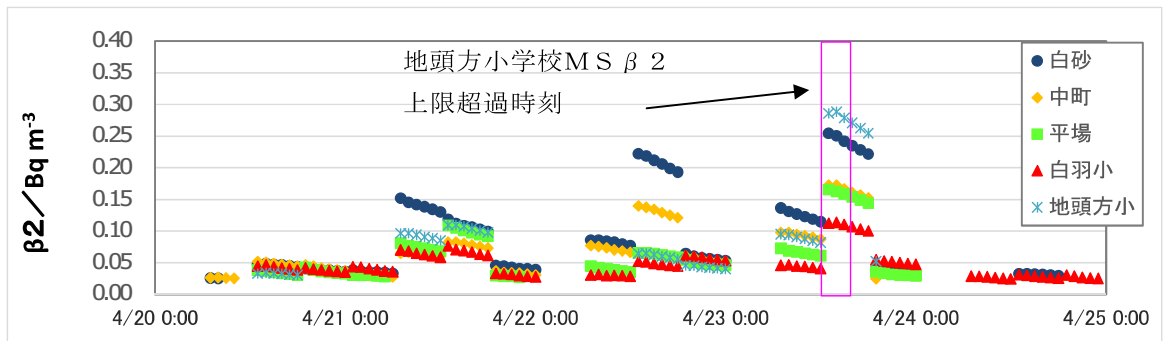
3 まとめ

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。



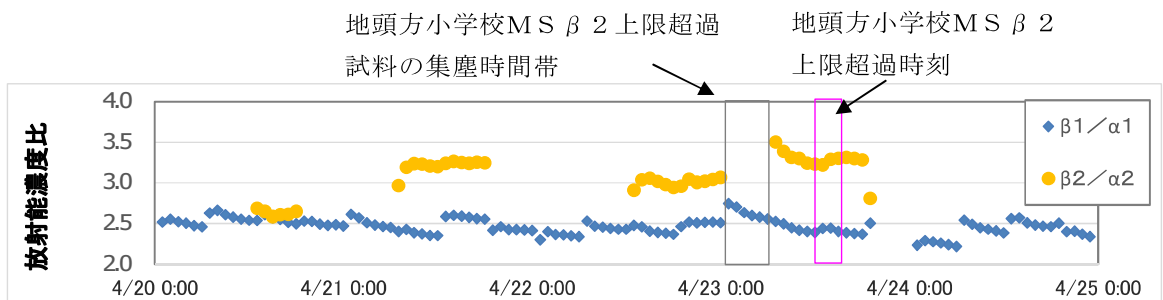
※LTD（検出限界未満）の測定結果は表示しない。

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 ² 10分)				放射収支量 (Q) (KW/m ² 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²²²Rn）及びトロン（トリウム系列に属する²²⁰Rn）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 平成 30 年度第 2 四半期浜岡原子力発電所周辺環境放射能測定結果速報

発電所周辺の環境放射能調査において、平成 30 年度第 2 四半期に平常の変動幅の上限を超過した測定について報告する。

調査の結果、浜岡原子力発電所の影響ではなく、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推定された。

記

1 測定結果

平常の変動幅は、特に断りのない限り、平成 13 年度から平成 22 年度に発生した東北地方太平洋沖地震（以下「震災」という）の前までの測定値の最小～最大の幅を示し、震災後の変動幅は、震災から平成 30 年 3 月 31 日までの測定値の最小～最大の幅を示す。なお、表中の括弧内の数値は検出下限値を示す。

(1) 土壌（御前崎市：7/4 採取、牧之原市：7/10 採取、0～5cm）

表 1

単位：Bq/kg 乾土

採取地点	測定機関	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K
御前崎市 下朝比奈	監視センター	検出されず (0.86)	9.3±0.4 (1.3)	580±10 (33)
	中部電力(株)	検出されず (1.1)	8.9±0.4 (1.3)	570±10 (31)
御前崎市 新神子	監視センター	検出されず (0.81)	4.3±0.3 (0.96)	540±10 (32)
	中部電力(株)	検出されず (1.1)	4.1±0.3 (0.97)	540±10 (30)
牧之原市 笠名	監視センター	0.90±0.23 (0.68)	13.1±0.5 (1.5)	690±10 (36)
	中部電力(株)	検出されず (1.4)	14.4±0.5 (1.6)	640±10 (35)
平常の変動幅		検出されず	1.7～10.0	(自然放射性核種)
震災後の変動幅		検出されず～ 21.6	3.8～28.4	

(注) 表 1 に記載の核種以外の対象核種については、全て「検出されず」であった。

2 原因調査

平成 30 年度環境放射能調査結果の評価方法に基づき、上限超過事象に影響を与えると考えられる以下の項目について調査を行った。

- (1) 測定系及びデータ伝送・処理系の健全性
- (2) 降雨等による自然放射線の変化による影響
- (3) 前処理・測定の妥当性
- (4) 核爆発実験等の影響
- (5) 統計に基づく変動の検討
- (6) その他

3 原因の推定

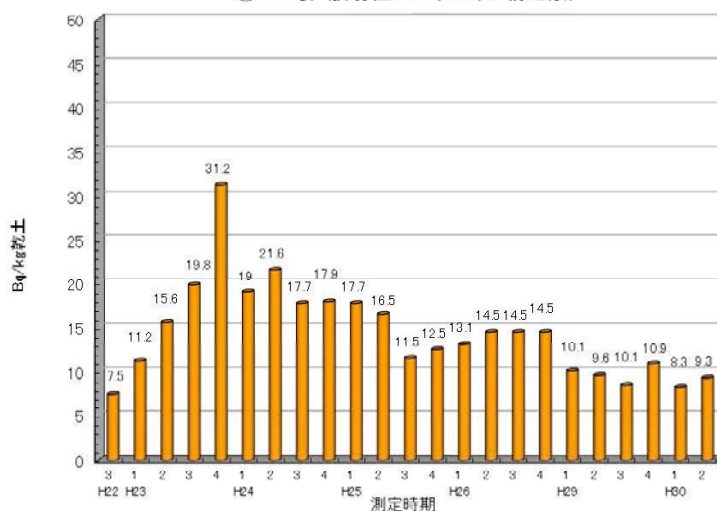
浜岡原子力発電所は、平成 23 年 5 月から運転停止中であること、また、排気筒や放水口モニタ等の測定値にも変化が見られないことから、浜岡原子力発電所からの影響ではないと考えられる。原因を調査した結果、前処理等に問題は認められず、過去の核爆発実験等の影響に東京電力㈱福島第一原子力発電所から放出された放射性物質の影響が加わったものと考えられる。

環境試料中の放射性セシウム※濃度の時系列変化

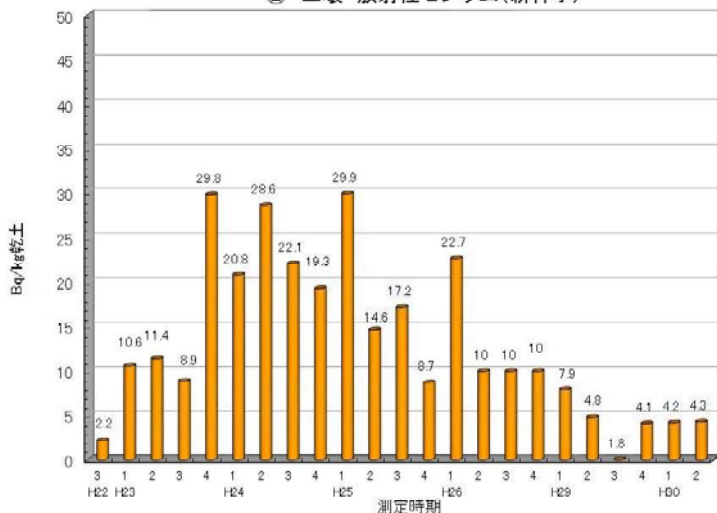
※Cs-134 と Cs-137 の合計量

土壌(平常の変動幅: 1.7~10.0)

① 土壌 放射性セシウム(下朝比奈)



② 土壌 放射性セシウム(新神子)



③ 土壌 放射性セシウム(笠名)

