

Ⅱ 平常の変動幅の上限逸脱に係る原因調査報告（空間放射線量率）

令和3年12月17日の空間放射線量率の測定結果において、白砂他7地点のモニタリングステーション（以下「MS」という。）で一時的に平常の変動幅の上限を逸脱した。

調査の結果、原因はいずれも浜岡原子力発電所の影響ではなく、降雨による自然放射核種の変動であると推定した。

1 測定結果

表1及び表2のとおり、各MSで測定した空間放射線量率が10分間平均値及び1時間平均値の平常の変動幅の上限を逸脱した。

表1 空間放射線量率（10分間平均値）

測定地点(MS)	上限逸脱時刻 (12月17日)	線量率 (nGy/h)	平常の変動幅 (nGy/h)
白砂	6:30～7:10	82～88	36～81
上ノ原	5:50～7:40	88～108	43～87
佐倉三区	6:10、6:30～7:10	80～86	36～79
平場	5:40～8:00	78～106	36～76
白羽小学校	6:00～6:50	86～93	38～84
地頭方小学校	6:00～7:40	79～92	39～77
草笛	6:40～6:50	78～79	38～77
新神子	5:30～8:00	77～113	32～76

表2 空間放射線量率（1時間平均値）

測定地点(MS)	上限逸脱時刻 (12月17日)	線量率 (nGy/h)	平常の変動幅 (nGy/h)
白砂	7:00	83	36～80
上ノ原	7:00～8:00	94～105	43～84
佐倉三区	7:00	83	37～78
平場	6:00～8:00	78～103	36～73
白羽小学校	7:00	90	39～78
地頭方小学校	7:00～8:00	80～90	40～74
草笛	7:00	77	38～76
新神子	6:00～8:00	81～107	32～73

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及び発電所外への放出状況

テレメータシステムで収集している発電所内モニタリングポストにおける当該時間帯の線量率を確認したところ、自然放射線による変動範囲を逸脱する数値が計測された(表3)。中部電力によると、上限逸脱の原因については大雨による自然変動とのことであった。

また、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)には異常は認められず、発電所外への放出管理も適切に行われていた。

表3 発電所内モニタリングポストにおける空間放射線量率(10分間平均値)

測定地点	上限逸脱時刻 (12月17日)	線量率 (nGy/h)	自然放射線による 変動範囲(nGy/h)
PT1	6:20~7:50	74~81	34~71
PT2	6:20~8:00	67~78	30~66
PT3	6:20~8:00	71~83	32~69
PT4	6:10~8:10	70~89	31~68
PT5	6:10~8:20	67~89	33~65
PT6	6:00~8:20	67~90	32~66
PT7	6:00~8:20	71~98	35~68

(2) 自然放射性核種の変動

当該時間帯において、発電所周辺の各MSでは最大で1時間あたり40mm前後の降雨が計測され、降雨に伴い線量率が上昇していることを確認した(図1)。また、スペクトル解析を行ったところ、自然放射性核種であるウラン系列(U系列)の線量率が上昇していることを確認した(図2)。

(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。

(4) 測定器等の健全性

当該事象発生直後の現場点検等において、測定器等に異常がないことを確認した。また、当該日時の現地の記録計の指示値とテレメータシステムで収集したデータとの間に相違がないことを確認した。

3 結論

令和3年12月17日に白砂他7地点のMSにおいて、空間放射線量率が平常の変動幅の上限を超過した原因は、降雨により地表付近の自然放射性核種の濃度が高くなり、空間放射線量が増加したためと推定した。

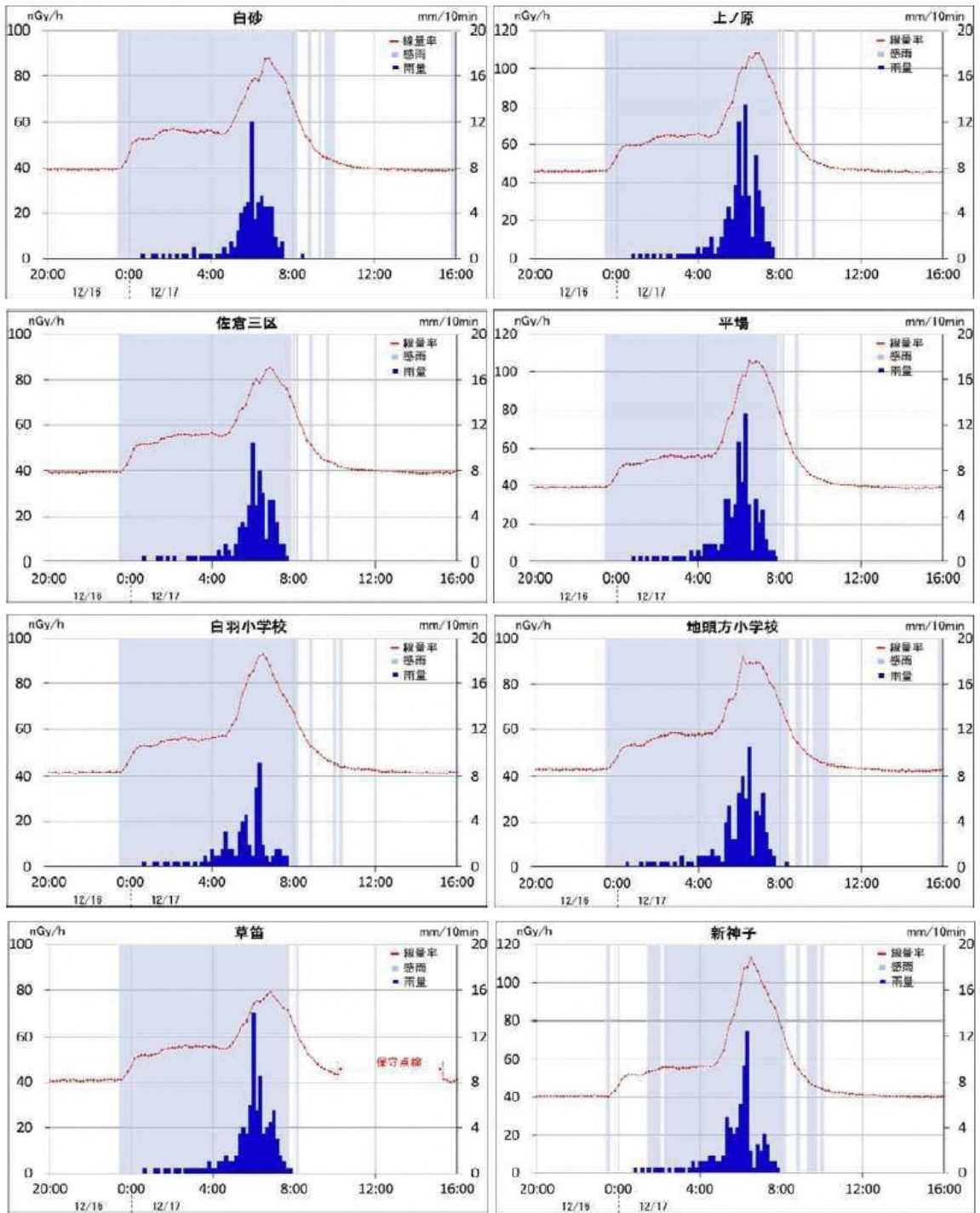


図1 線量率の時系列変化（10分値）

（左軸：線量率、右軸：雨量）

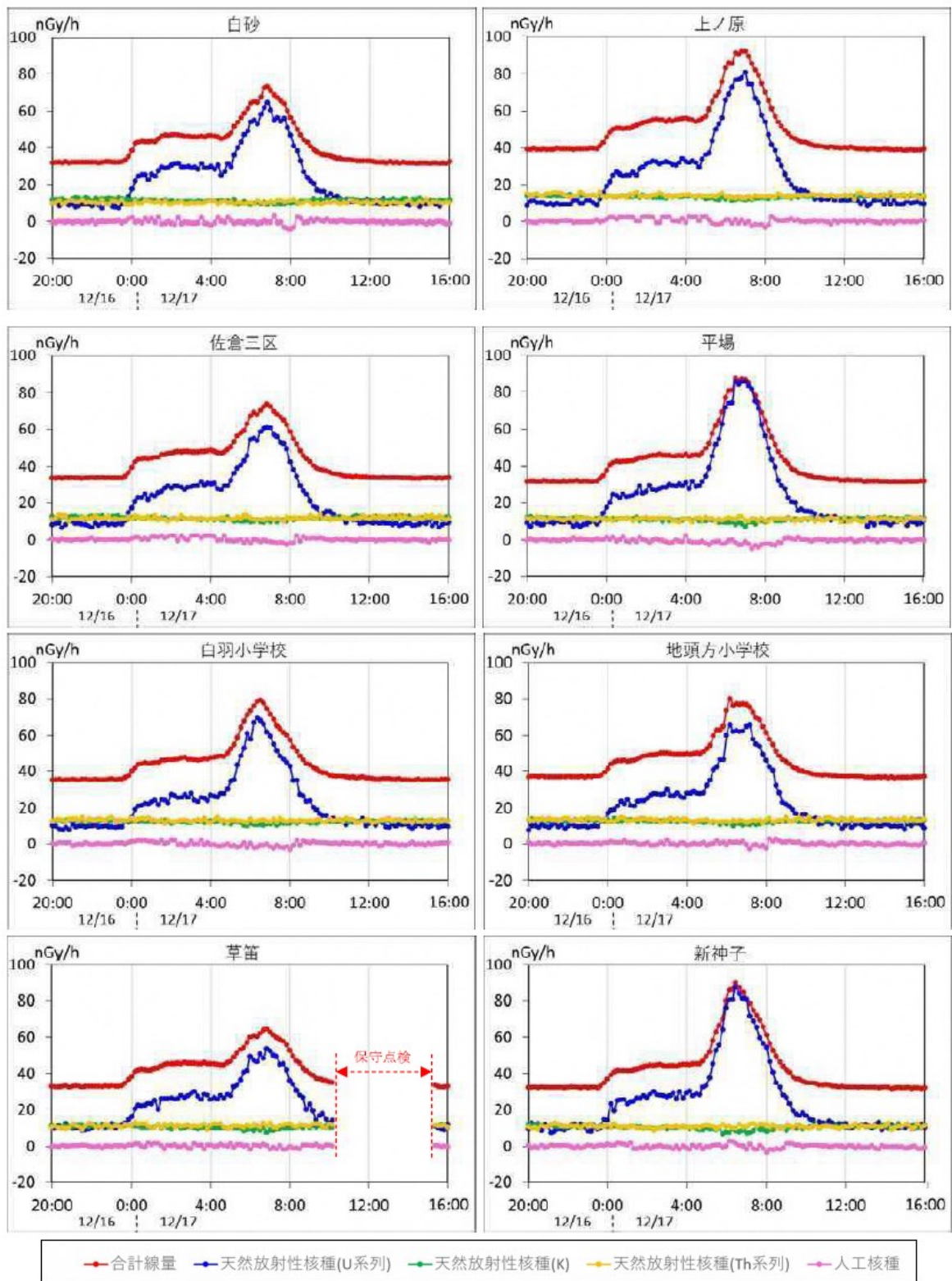


図2 スペクトル解析結果

Ⅲ 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）

令和3年度の発電所周辺の環境放射能調査において、「土壌」、「キャベツ」、「白菜」、「みかん」、「茶葉」、「原乳」「しらす」及び「ひらめ」の8試料（9地点）でセシウム137が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いずれも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(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

対象となった試料のγ線核種分析結果を表1～表8に示す。（上限を超過した測定値は下線で示した。）なお、表中の括弧内の数値は検出下限値を示す。

表1-1 土壌¹⁾

単位：Bq/kg 乾土

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 下朝比奈	6/10	監視 センター	* ¹⁾ (0.78)	* (0.74)	7.9±0.4 (1.1)	580±10 (31)
		中部 電力(株)	* (0.78)	* (0.83)	7.6±0.5 (1.4)	540±10 (32)
	9/6	監視 センター	* (0.85)	* (0.77)	4.0±0.3 (0.92)	550±10 (31)
		中部 電力(株)	* (0.82)	* (0.70)	2.6±0.3 (0.92)	560±10 (32)
	12/6	監視 センター	* (0.77)	* (0.69)	7.8±0.4 (1.1)	550±10 (30)
		中部 電力(株)	* (0.83)	* (0.69)	5.4±0.4 (1.1)	550±10 (31)
御前崎市 新神子	6/10	監視 センター	* (0.63)	* (0.62)	3.7±0.3 (0.94)	539±9 (28)
		中部 電力(株)	* (0.65)	* (0.62)	3.2±0.3 (0.84)	501±9 (26)
	9/6	監視 センター	* (0.78)	* (0.77)	3.7±0.3 (0.87)	510±10 (30)
		中部 電力(株)	* (0.63)	* (0.61)	3.4±0.3 (0.81)	520±9 (28)
	12/6	監視 センター	* (0.71)	* (0.71)	2.9±0.3 (0.84)	504±10 (30)
		中部 電力(株)	* (0.58)	* (0.59)	2.8±0.3 (0.82)	506±9 (26)

注1) 平常の変動幅の上限を超過した期間のみ掲載する。

注2) *印は「検出されず」を示す。

表 1-2 土壌¹⁾

単位: Bq/kg 乾土

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 比木	6/10	監視 センター	* ²⁾ (0.77)	* (0.69)	1.2±0.2 (0.59)	700±10 (33)
		中部 電力㈱	* (0.75)	* (0.68)	1.5±0.3 (0.77)	610±10 (32)
	9/6	監視 センター	* (0.85)	* (0.75)	1.4±0.3 (0.82)	660±10 (34)
		中部 電力㈱	* (0.84)	* (0.82)	1.3±0.3 (0.83)	640±10 (35)
	12/6	監視 センター	* (0.78)	* (0.74)	0.8±0.3 (0.77)	680±10 (34)
		中部 電力㈱	* (1.1)	* (0.94)	1.7±0.4 (1.1)	670±10 (39)
牧之原市 笠名	6/2	監視 センター	* (0.88)	* (0.76)	8.6±0.4 (1.2)	730±10 (36)
		中部 電力㈱	* (0.81)	* (0.79)	9.3±0.4 (1.2)	660±10 (33)
	9/2	監視 センター	* (0.88)	* (0.82)	10.4±0.4 (1.3)	730±10 (35)
		中部 電力㈱	* (1.0)	* (0.99)	11.3±0.5 (1.5)	650±10 (38)
	12/9	監視 センター	* (0.80)	* (0.76)	9.9±0.4 (1.2)	640±10 (33)
		中部 電力㈱	* (1.1)	* (1.1)	11.9±0.5 (1.6)	670±10 (40)
平常の変動幅			*	*	1.7~8.9	自然放射性核種
震災後の変動幅			*	*~21.6	1.3~28.4	

注 1) 平常の変動幅の上限を超過した期間のみ掲載する。

注 2) *印は「検出されず」を示す。

表 2 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	2/10	監視 センター	* ¹⁾ (0.020)	* (0.013)	0.030±0.003 (0.010)	73.3±0.4 (1.2)
		中部 電力㈱	* (0.020)	* (0.014)	0.029±0.005 (0.015)	66.4±0.4 (1.2)
平常の変動幅			*	*	*	自然放射性核種
震災後の変動幅			*	*~0.056	*~0.065	

注 1) *印は「検出されず」を示す。

表3 白菜

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 雨垂	12/22	監視 センター	* ¹⁾ (0.018)	* (0.013)	* (0.013)	67.7±0.4 (1.1)
		中部 電力㈱	* (0.021)	* (0.014)	* (0.016)	84.3±0.4 (1.2)
御前崎市 上ノ原	12/22	監視 センター	* (0.017)	* (0.011)	<u>0.017</u> ±0.004 (0.013)	76.1±0.3 (1.0)
		中部 電力㈱	* (0.020)	* (0.013)	<u>0.025</u> ±0.004 (0.013)	79.0±0.4 (1.1)
牧之原市 笠名	12/9	監視 センター	* (0.018)	* (0.013)	* (0.012)	66.9±0.4 (1.1)
		中部 電力㈱	* (0.017)	* (0.011)	* (0.011)	72.2±0.3 (0.95)
平常の変動幅			*	*	*	自然放射性核種
震災後の変動幅			*	*～0.036	*～0.055	

注1) *印は「検出されず」を示す。

表4 みかん

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)
牧之原市 堀野新田	11/10	監視 センター	* ¹⁾ (0.010)	* (0.0070)	0.015±0.002 (0.0059)	32.3±0.2 (0.59)
		中部 電力㈱	* (0.011)	* (0.0080)	<u>0.017</u> ±0.003 (0.0087)	36.4±0.2 (0.62)
平常の変動幅			*	*	*～0.016	自然放射性核種
震災後の変動幅			*	*～0.96	0.0088～1.14	

注1) *印は「検出されず」を示す。

表5 茶葉

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 法ノ沢	4/26	監視 センター	* ¹⁾ (0.041)	* (0.031)	0.058±0.008 (0.025)	132.8±0.8 (2.4)
		中部 電力(株)	* (0.047)	* (0.035)	0.044±0.013 (0.038)	144.5±0.9 (2.7)
御前崎市 新野	4/22	監視 センター	* (0.039)	* (0.026)	0.038±0.007 (0.021)	136.7±0.8 (2.3)
		中部 電力(株)	* (0.036)	* (0.024)	0.065±0.009 (0.026)	135.6±0.7 (2.0)
御前崎市 新谷	4/22	監視 センター	* (0.039)	* (0.029)	<u>0.12</u> ±0.01 (0.030)	138.8±0.8 (2.4)
		中部 電力(株)	* (0.039)	* (0.028)	<u>0.12</u> ±0.01 (0.032)	138.7±0.8 (2.3)
牧之原市 笠名	4/20	監視 センター	* (0.041)	* (0.028)	<u>0.077</u> ±0.009 (0.028)	140.0±0.8 (2.4)
		中部 電力(株)	* (0.047)	* (0.029)	<u>0.077</u> ±0.011 (0.033)	138.9±0.8 (2.4)
菊川市 川上	4/22	監視 センター	* (0.041)	* (0.030)	0.055±0.008 (0.025)	138.8±0.8 (2.4)
		中部 電力(株)	* (0.040)	* (0.029)	0.052±0.011 (0.032)	143.5±0.8 (2.3)
平常の変動幅			*	*	*～0.066	自然放射性
震災後の変動幅			*	*～44.6	*～45.5	核種

注1) *印は「検出されず」を示す。

表6 原乳

単位：Bq/kg 生 (¹³¹I 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	4/7	監視 センター	* ¹⁾ (0.018)	* (0.085)	* (0.013)	* (0.013)	47.7±0.3 (1.0)
		中部 電力㈱	* (0.020)	* (0.086)	* (0.014)	* (0.015)	49.2±0.4 (1.1)
	7/6	監視 センター	* (0.017)	* (0.092)	* (0.012)	* (0.011)	45.4±0.3 (0.95)
		中部 電力㈱	* (0.020)	* (0.083)	* (0.015)	* (0.014)	43.3±0.3 (1.0)
菊川市 嶺田	4/12	監視 センター	* (0.018)	* (0.087)	* (0.012)	<u>0.012</u> ±0.003 (0.0079)	47.5±0.3 (1.0)
		中部 電力㈱	* (0.021)	* (0.080)	* (0.015)	* (0.014)	46.0±0.4 (1.1)
	7/5	監視 センター	* (0.018)	* (0.088)	* (0.013)	<u>0.021</u> ±0.004 (0.013)	44.7±0.3 (0.98)
		中部 電力㈱	* (0.016)	* (0.074)	* (0.012)	* (0.012)	46.9±0.3 (0.94)
平常の変動幅			*	*	*	*	自然放射 性核種
震災後の変動幅			*	*~0.14	*~0.43	*~0.45	

注1) *印は「検出されず」を示す。

表7 しらす

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)
尾高	5/6	監視 センター	* ¹⁾ (0.048)	* (0.034)	<u>0.076</u> ±0.013 (0.038)	113.1±0.9 (2.6)
		中部 電力㈱	* (0.038)	* (0.027)	0.060±0.010 (0.031)	111.2±0.7 (2.2)
平常の変動幅			*	*	*~0.071	自然放射 性核種
震災後の変動幅			*	*~0.21	*~0.21	

注1) *印は「検出されず」を示す。

表8 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)
地頭方沖	3/25	監視 センター	* ¹⁾ (0.049)	* (0.034)	0.13±0.01 (0.032)	148.3±0.9 (2.7)
		中部 電力㈱	* (0.043)	* (0.028)	<u>0.20</u> ±0.01 (0.035)	145.0±0.8 (2.4)
平常の変動幅			*	*	0.10~0.13	自然放射 性核種
震災後の変動幅			*	*~0.44	0.137~0.68	

注1) *印は「検出されず」を示す。

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値及び発電所外への放出の状況
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いることを確認した。このことから、発電所からの影響ではないと考えられる。
- (2) 測定方法等の妥当性
静岡県及び中部電力の両測定機関において、試料の採取方法、前処理方法及び測定の手順に問題はなかったことを確認した。
- (3) 測定結果の経時的変化
測定結果の経時的変化を図1～図8に示した。今回上限を超過した環境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たが、その後低減しており、今回の結果は特異的なものではないことを確認した。

3 評価結果

調査の結果、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(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考えられる。

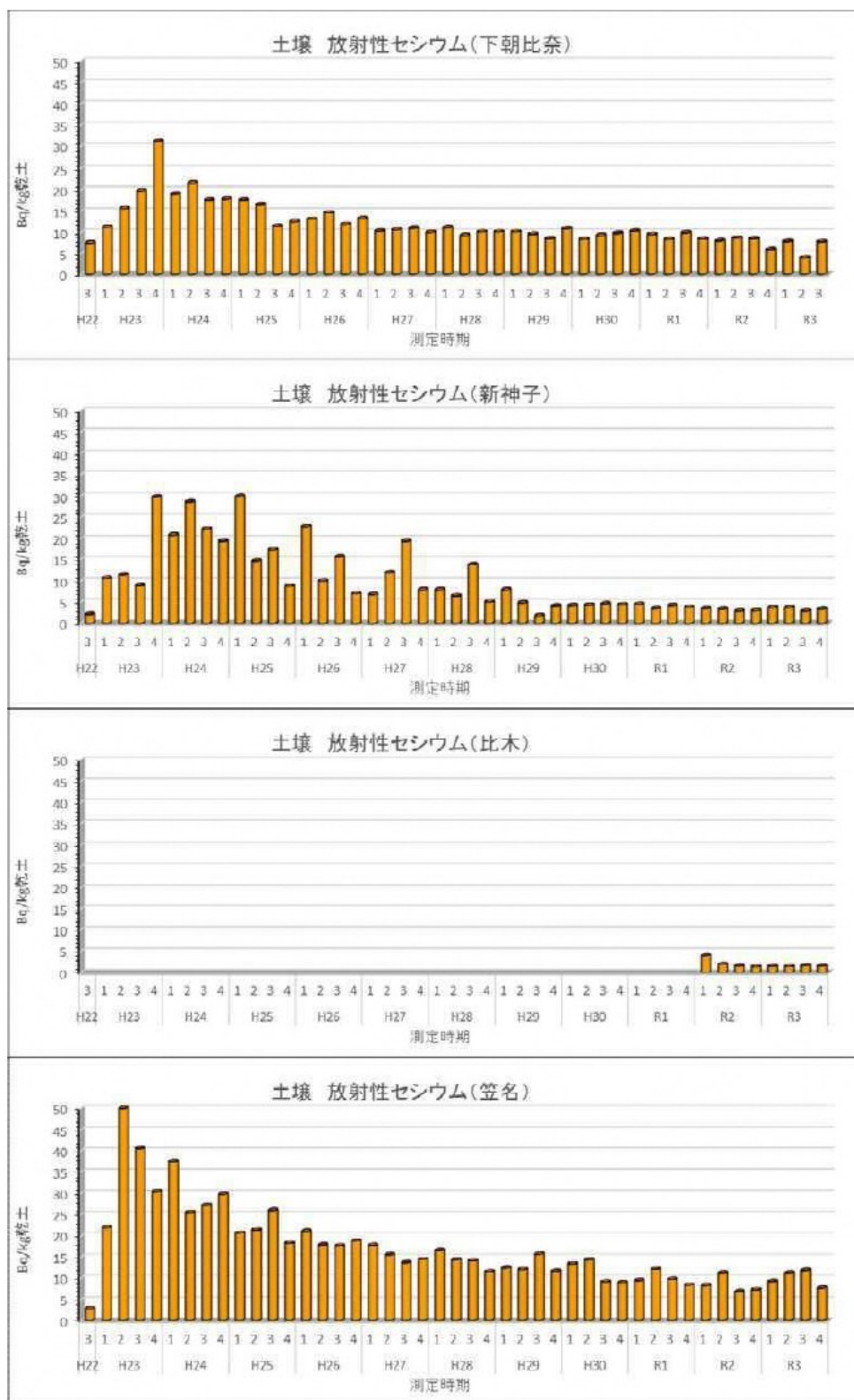
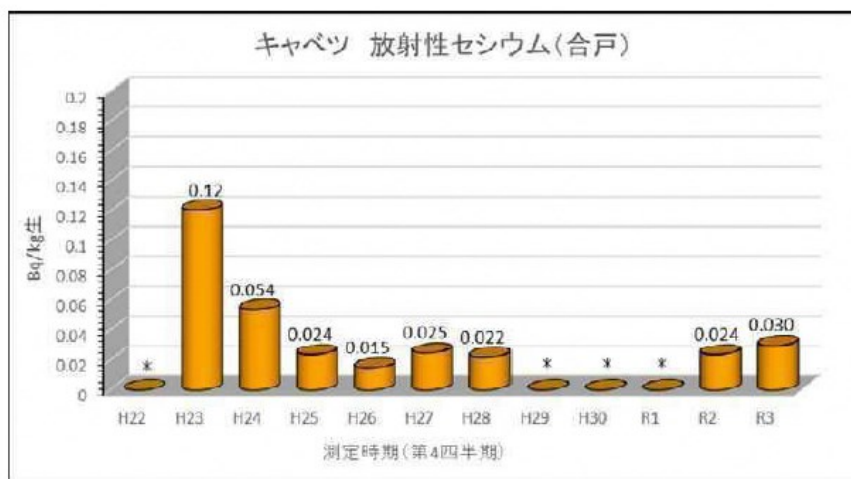


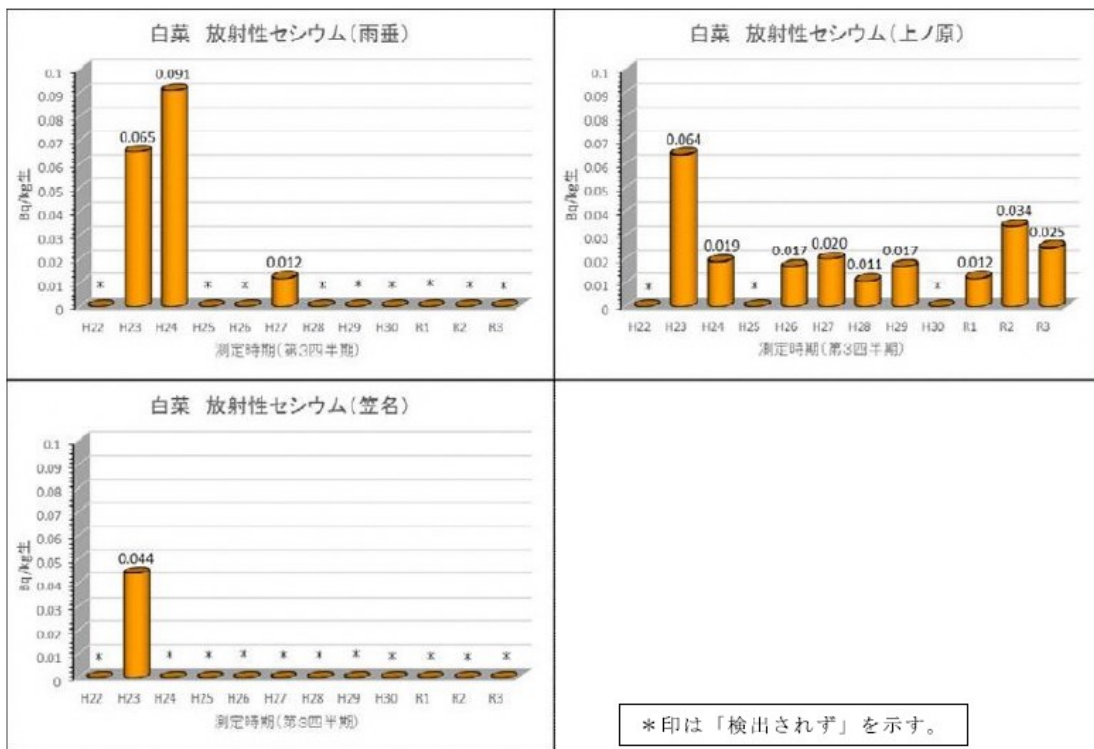
図1 土壤中の放射性セシウム濃度(Cs-134とCs-137の合計量)の経時的変化
 注) 測定機関2者のうち、放射性セシウム濃度が高い値を採用している。
 注) 比木は令和2年度から採取地点となった。



*印は「検出されず」を示す。

図2 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

注) 測定機関2者のうち、放射性セシウム濃度が高い値を採用している。



*印は「検出されず」を示す。

図3 白菜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) 測定機関2者のうち、放射性セシウム濃度が高い値を採用している。

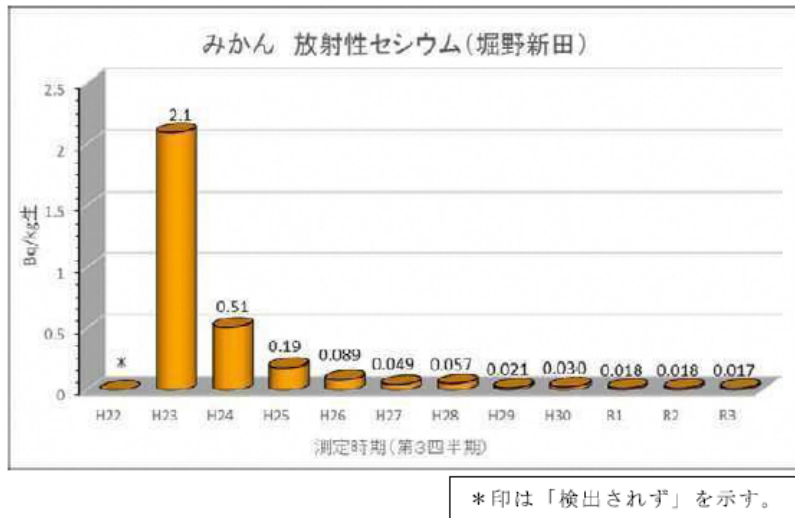


図4 みかん中の放射性セシウム濃度(Cs-134とCs-137の合計量)の経時的変化
注) 測定機関二者のうち、放射性セシウム濃度が高い値を採用している。

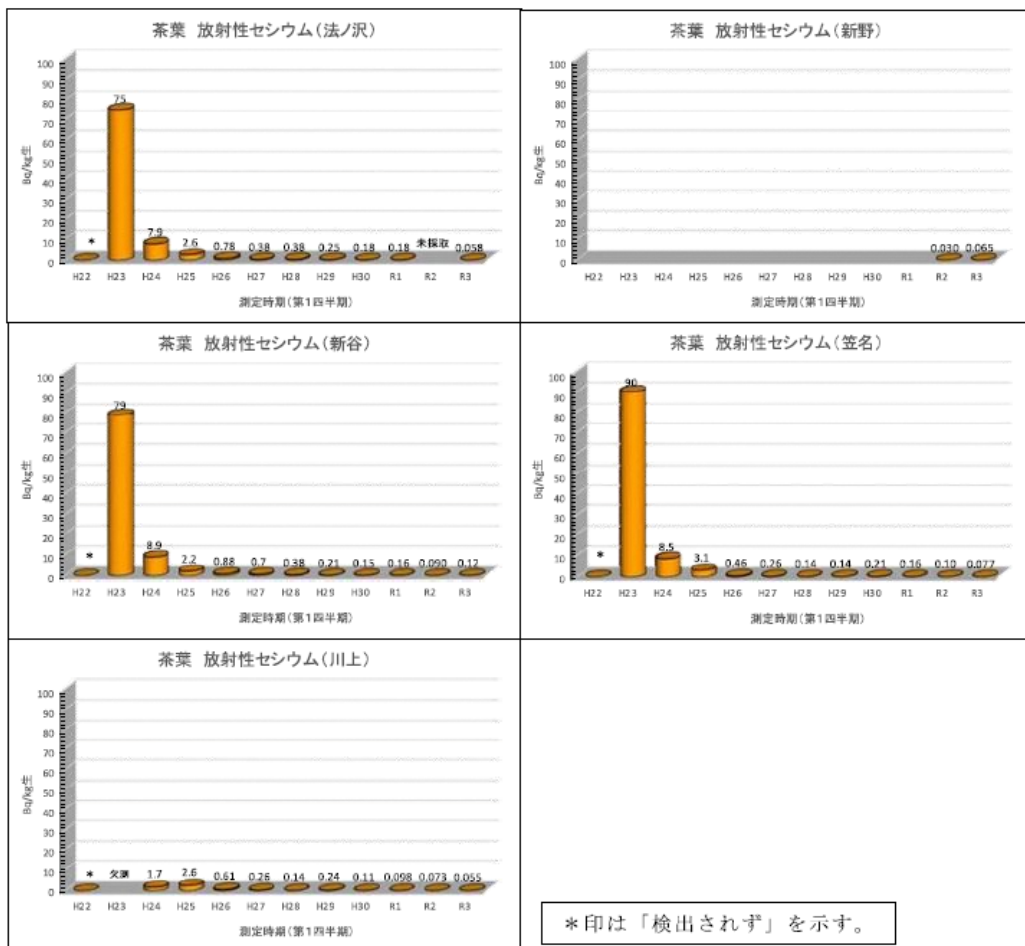
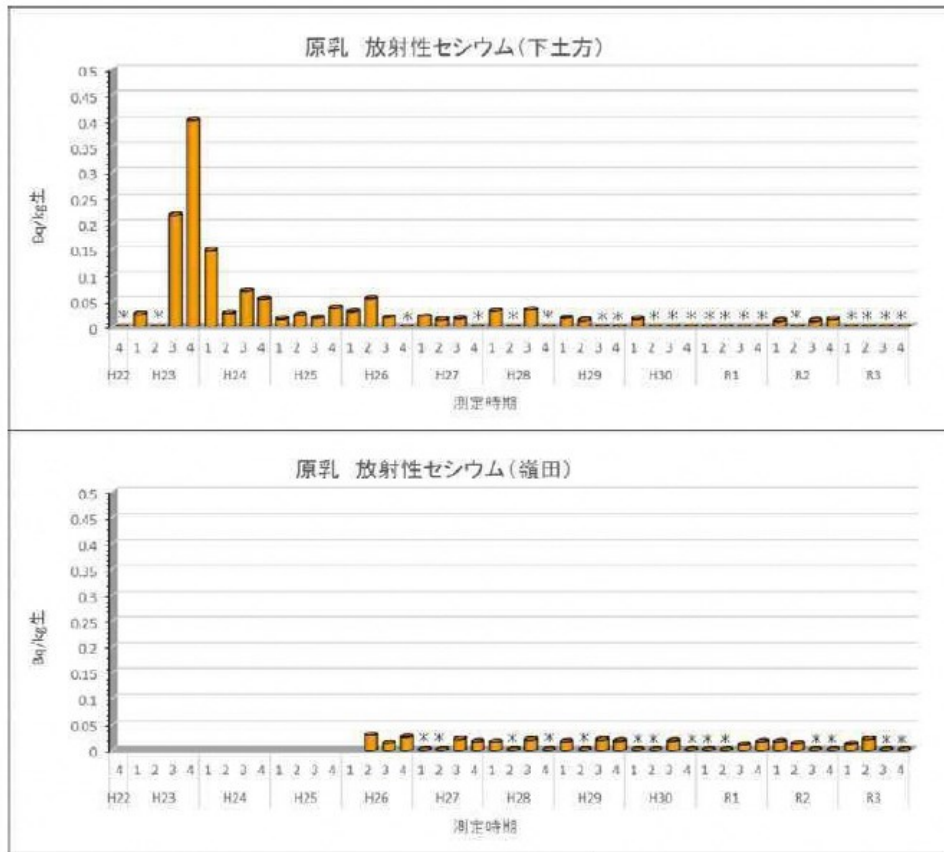


図5 茶葉中の放射性セシウム濃度(Cs-134とCs-137の合計量)の経時的変化
注) 測定機関二者のうち、放射性セシウム濃度が高い値を採用している。
注) 新野は令和2年度から採取地点となった。



*印は「検出されず」を示す。

図6 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) 測定機関2者のうち、放射性セシウム濃度が高い値を採用している。
 注) 嶺田は平成26年度から採取地点となった。

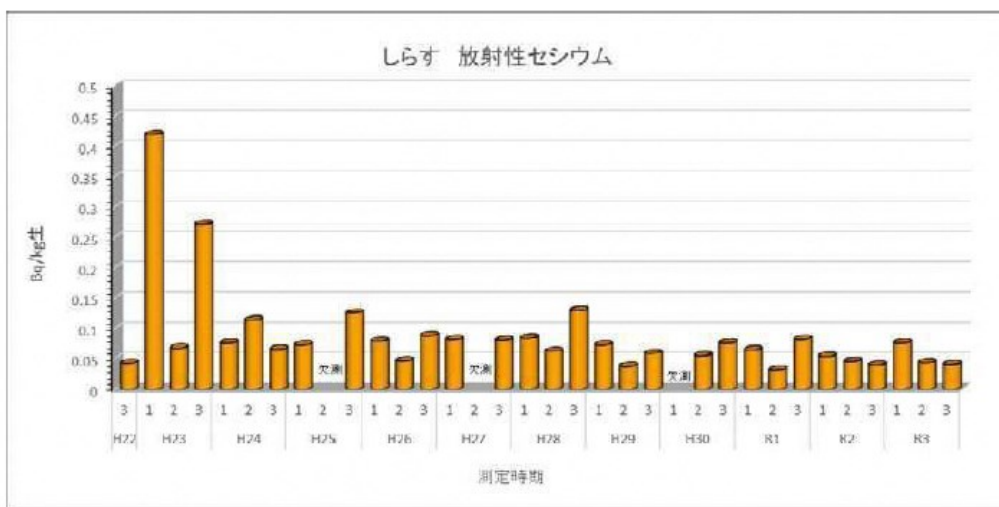


図7 しらす中の放射性セシウム濃度(Cs-134とCs-137の合計量)の経時的変化
 注) 測定機関2者のうち、放射性セシウム濃度が高い値を採用している。

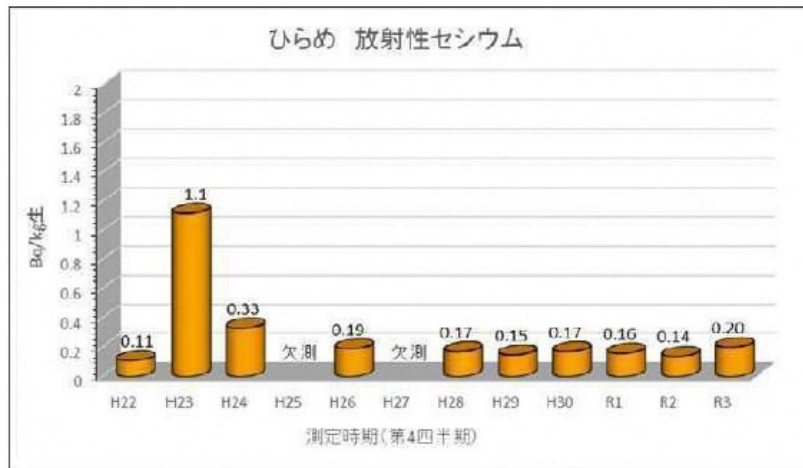


図8 ひらめ中の放射性セシウム濃度(Cs-134とCs-137の合計量)の経時的変化
 注) 測定機関2者のうち、放射性セシウム濃度が高い値を採用している。

Ⅳ 平常の変動幅の上限逸脱に係る原因調査報告（排水中の全計数率）

令和3年度の排水中の全係数率の測定結果において、1, 2号機放水口モニタ、4号機放水口モニタおよび5号機放水口モニタで平常の変動幅の上限を上回った。

調査の結果、平常の変動幅の上限を上回った原因は、大雨の影響によるものと推定した。

1-1 測定結果

1, 2号機放水口モニタの平常の変動幅の上限を上回った事象を表1に示す。

測定地点	日時	測定値	平常の変動幅
1, 2号機放水口モニタ	7月14日10時50分 ～ 7月14日11時00分	<u>36 (36.3)</u>	5.4～32

1-2 原因調査

(1) 降雨等の気象要因による自然放射性核種の変動

各放水口モニタの事象発生前後の測定値および雨量の推移を図1に示す。事象発生時刻頃、1時間に35mmの雨が降っており、発電所敷地内の雨水が、一般排水樹を通じて放水路に流入した。排水に雨水が流入すると、雨水に含まれる自然放射性核種の影響で放水口モニタの測定値が上昇する。このため、1, 2号機放水口モニタの測定値は、上限値を一時的に逸脱したものと考えられる。

1, 2号機放水口モニタは以下の理由で降雨の影響を受けやすく、他の放水口モニタよりも測定値が上昇する傾向がある。（浜岡原子力発電所 周辺環境放射能調査＜解説資料＞ p.55 参照）

- ▶ 雨水を含む発電所敷地内の約70%の一般排水の流入や一般河川からの流入がある。
- ▶ 廃止措置中のプラントであるため、冷却用海水の量が少ない。

(2) 測定装置の健全性

当該放水口モニタの現場確認で、異常がないことを確認した。

1-3 まとめ

1, 2号機放水口モニタにおいて測定値が平常の変動幅の上限を上回った原因は、大雨の影響によるものと推定した。

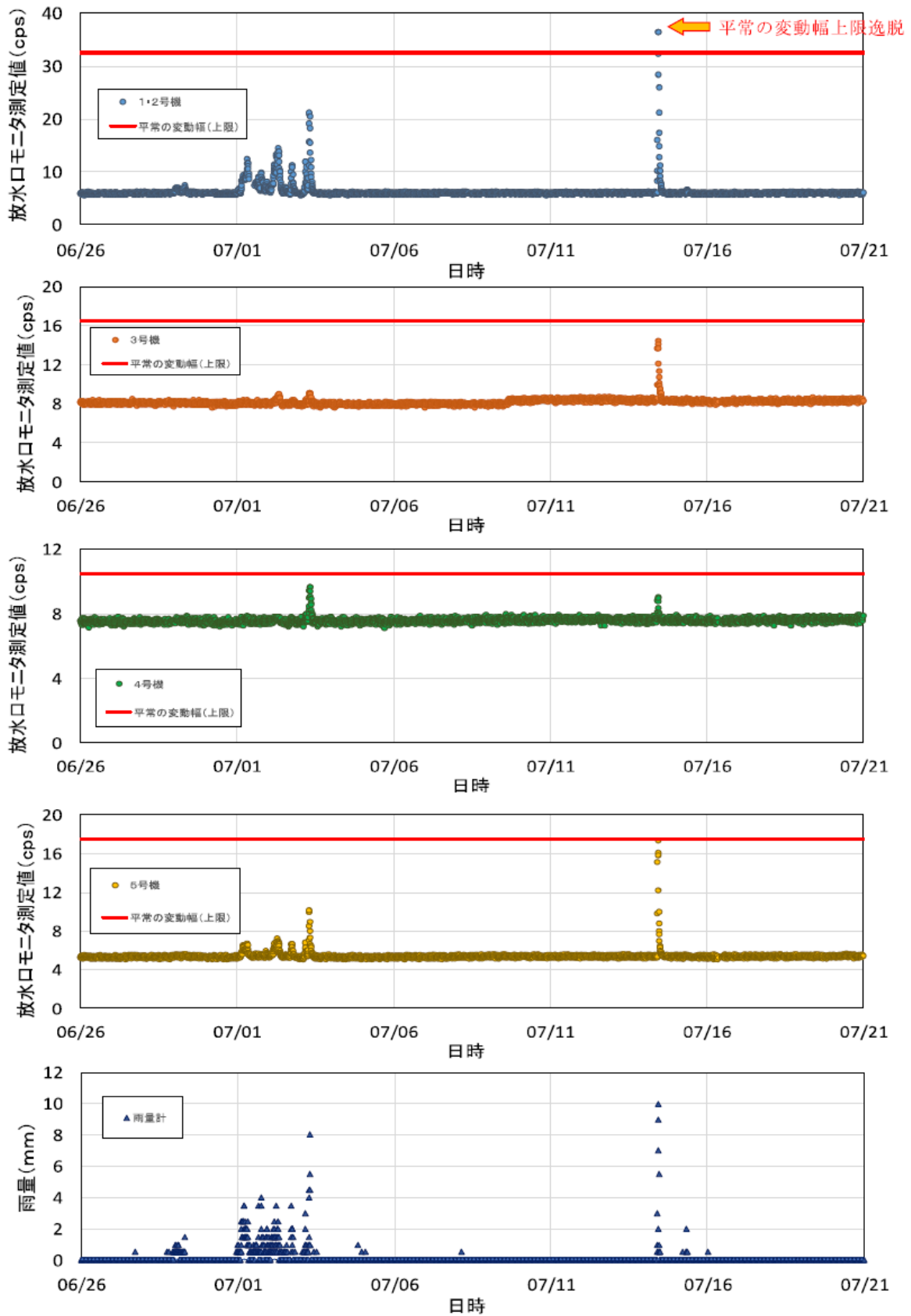


図1 各号機の放水口モニタの測定値および雨量の推移

2-1 測定結果

4号機および5号機放水口モニタの平常の変動幅の上限を上回った事象を表2に示す。

測定地点	日時	測定値	平常の変動幅
4号機放水口モニタ	12月17日 6時50分～8時10分	12(11.7)	7.0～10
5号機放水口モニタ	12月17日 6時00分～7時50分	43(43.4)	4.8～17

2-2 原因調査

(1) 降雨等の気象要因による自然放射性核種の変動

各放水口モニタの事象発生前後の測定値および雨量の推移を図2に示す。事象発生時刻頃、1時間に47mmの雨が降っており、発電所敷地内の雨水が、一般排水柵を通じて放水路に流入した。排水に雨水が流入すると、雨水に含まれる自然放射性核種の影響で放水口モニタの測定値が上昇する。このため、4号機および5号機放水口モニタの測定値は、上限値を一時的に逸脱したものと考えられる。

(2) 廃液の放出状況

事象発生時刻において、廃液は放出していないことを確認した。

(3) 測定装置の健全性

当該放水口モニタの現場確認で、測定装置に異常がないことを確認した。

2-3 まとめ

4号機および5号機放水口モニタにおいて測定値が平常の変動幅の上限を上回った原因は、大雨の影響によるものと推定した。

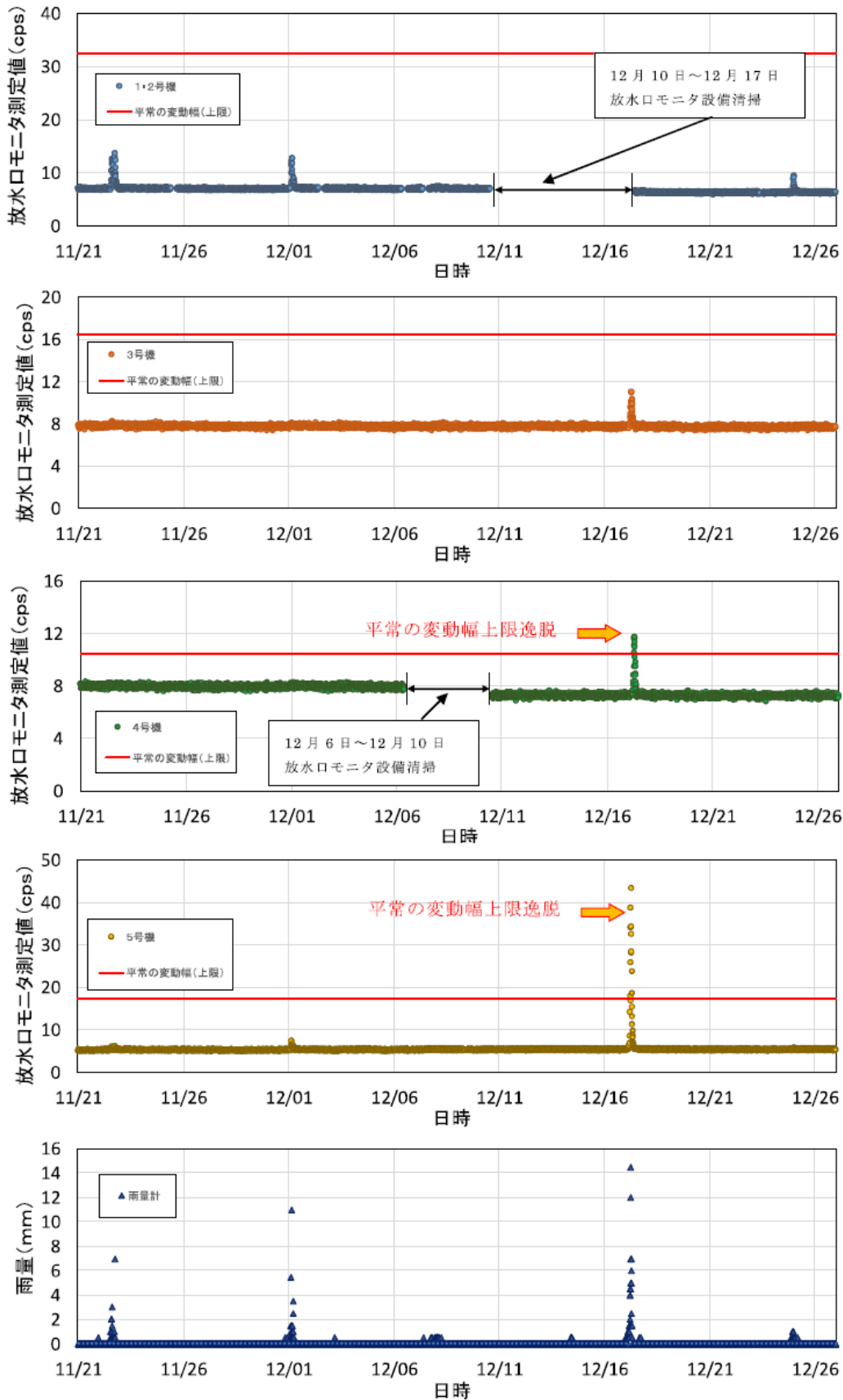


図2 各号機の放水口モニタの測定値および雨量の推移

以上

V 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3年度の排水中の全係数率の測定結果において、4号機放水口モニタで平常の変動幅の下限を下回った。

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

4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
4号機放水口モニタ	12月11日 16時00分	6.9(6.90)	7.0 ~ 10
	12月20日 4時40分	6.9(6.93)	
	12月23日 13時30分	6.8(6.83)	
	12月30日 11時40分	6.9(6.90)	
	1月1日 21時10分	6.9(6.90)	
	1月2日 6時50分	6.9(6.93)	
	1月3日 9時00分	6.9(6.94)	
	1月8日 15時50分	6.9(6.91)	
	1月15日 15時30分	6.9(6.89)	
	1月16日 4時30分	6.9(6.91)	
	1月22日 11時50分	6.9(6.89)	
	1月23日 5時30分	6.9(6.94)	
	2月7日 22時50分	6.9(6.90)	

2 原因調査

(1) 事象発生前の作業の影響

放水口モニタに係る設備の概要を図1に示す。また、4号機放水口モニタの事象発生前後の測定値の推移を図2に示す。4号機放水口モニタでは、事象発生前（令和3年12月6日～12月10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、図3に示すように、昨年度の同時期に行われた清掃後においても、2か月程度の間下限値付近の値を推移していた。

(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

4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。

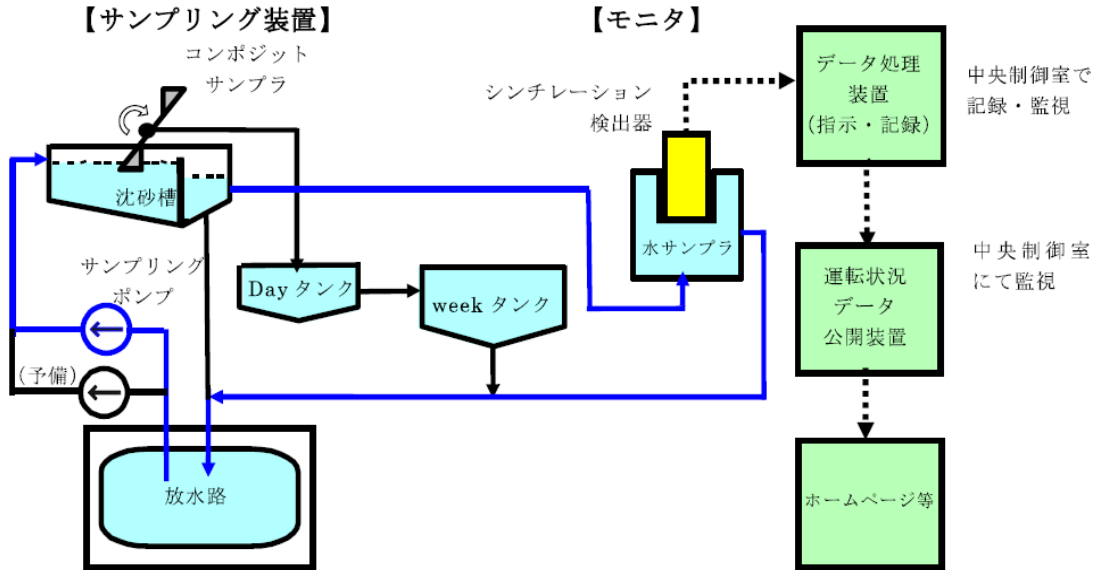


図1 放水口モニタに係る設備の概要

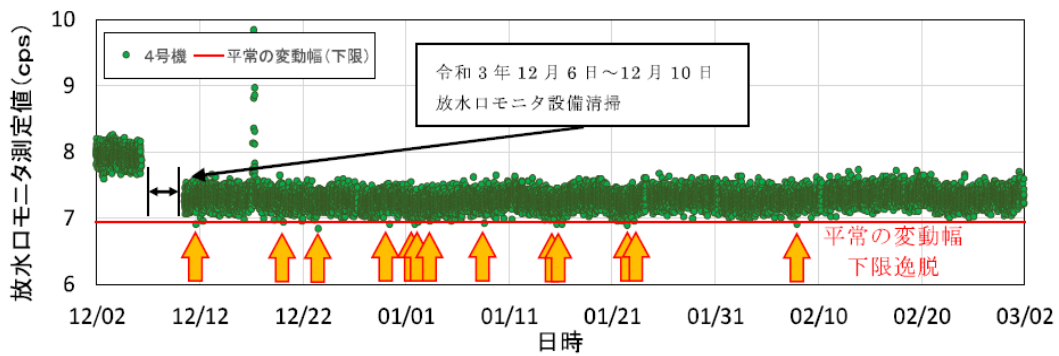


図2 4号機放水口モニタの測定値の推移（令和3年度）

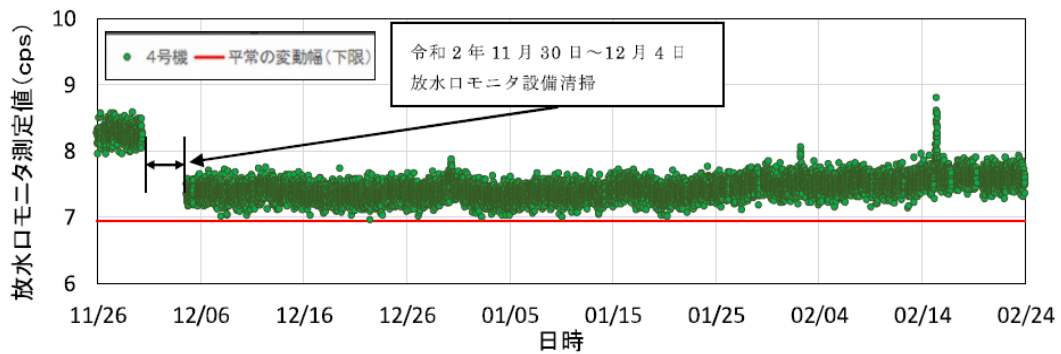


図3 4号機放水口モニタの測定値の推移（令和2年度）

以上

令和3年11月18日

静岡県環境放射線監視センター

VI 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

7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てしまったため、通常どおりの測定ができなかった。

破損の原因を調査した結果、明確な原因究明には至らなかった。現時点では捕集カラムの経年劣化及び管状炉（200℃）での焼き出しによるガラス疲労、あるいは微細な傷が生じていたことによる破損の可能性が高いと推定した。

なお、流量調整作業時の人為的過誤の可能性も考慮し、捕集カラムへの減圧負荷の過酷試験を行ったが、このことが破損に寄与した可能性は低いことが判明した。

今後の対応として、引き続き原因調査と再発防止策の検討を行う。現時点でできることとして、機器の劣化状況を迅速に把握する目的で、設置前及び回収時の捕集カラム外観点検等を徹底すると共に、当該カラムの使用年数を履歴管理することとした。また、カラムの更新に着手することとした。

1 通常の捕集方法及び破損状況

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

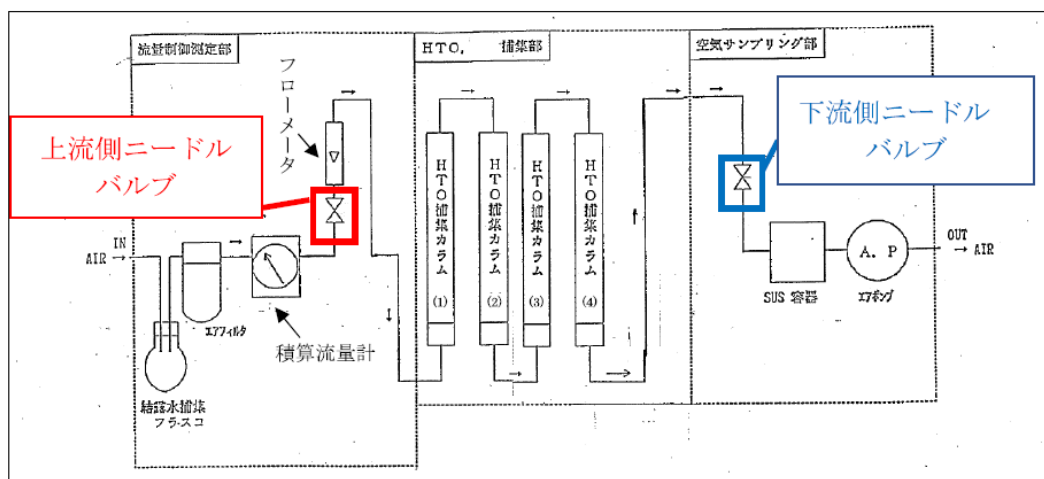


図1 トリチウムサンプラ配管系統図

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。

今般、8月2日に御前崎市白砂に設置したカラムを交換する際、1段目の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及び写真2)。



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

令和2年度第2四半期に同様の破損事象を確認した際、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。

昨年度の状況をふまえ、対策としてシリカゲルの重量管理を開始していたが、今回の破損が発生したため、まずは流量調整作業時の人為的過誤発生の可能性を検討した。具体的には、捕集装置の構造や機能を含めて再検討したところ、流量調整の際のバルブ操作過誤（下流側ニードルバルブではなく、上流側で操作）による減圧がカラムの破損に影響を与えうると考え、経年劣化要因を含む次の事項について調査を行った。

(1) 流量バルブの操作方法の違いによる圧力差の状況及び操作過誤の可能性

フローメータと各捕集カラムの間に外部圧力計を設置し、下流側ニードルバルブまたは上流側ニードルバルブのそれぞれで流量調整した際の圧力比較実験を行った（流量は破損した際と同様に夏季の条件から積算流量計で0.3L/minとした。なお、当該流量の調整は下流側ニードルバルブをフローメータ値で2.0L/minと十分に開き、上流側で開度調整を行った。また、吸引模擬大気について相対湿度を99%とし、多湿の条件とした。）。

その結果、上流側ニードルバルブで調整した場合、捕集カラムに減圧が発生していることを確認した（表1、図2及び図3）。なお、各カラム間での圧力差は認められなかった。

実験の結果、仮に今回の条件のような減圧状況の発生があったとしても軽微な減圧に過ぎず、カラムを破損させるほどの減圧は生じないと考えられた。また、フローメータでの流量と積算流量計での流量表示に差が生じ、直ちに作業者が気づくと思われる、現場での操作過誤は考えにくい。

表1 カラム毎の圧力差等の比較

圧力 (hPa)	設置時（大気圧）				捕集中			
	①	②	③	④	①	②	③	④
カラム No.								
下流側ニードルバルブ操作時	993	993	992	991	986	985	984	983
上流側ニードルバルブ操作時	1005	1004	1003	1003	407	407	405	405



設置時



捕集中

図2 下流側ニードルバルブ操作時の捕集カラム1段目付近圧力



設置時



捕集中

図3 上流側ニードルバルブ操作時の捕集カラム1段目付近圧力

(2) 経年劣化及び管状炉（200℃）での焼き出しによる疲労による破損の可能性

トリチウム捕集の都合上、必ず月に1度の管状炉（200℃）での焼き出しがあり、ガラス製カラムに一定の負荷が加わる。

また、当該カラムについては特注品ということもあり、一定期間ごとの更新が行われることがなく、長期間（約20年）繰り返し使用していた。

実際、他の自治体において、管状炉焼き出し時のカラム破損事例が報告されている。

これらのことから、経年劣化及び疲労が発生していた可能性が高いと考える。

3 まとめ

原因調査の結果、流量調整の際に下流側ニードルバルブではなく上流側ニードルバルブ調整を行った場合、捕集カラムに減圧が発生しうることは証明されたが、軽微な影響しか与えないことが判明した。また、作業の過程で容易に流量計を確認しうることから作業によるバルブ操作の過誤とは考えにくい。

以上から、明確な原因究明には至っていないものの、現時点では捕集カラムの使用年数が長いことによる経年劣化や管状炉（200℃）での焼き出しによるガラス疲労、あるいは微細な傷が生じていたことによる破損の可能性が高いと推定した。

4 今後の対応

今後の対応として、引き続き原因調査と再発防止策の検討を行う。

現時点でできることとして、劣化状況を迅速に把握する目的で、設置前及び回収時の捕集カラム外観点検等を徹底すると共に、当該カラムの使用年数を履歴管理することとした。また、カラムの更新に着手することとした。

加えて、流量調整作業時の人為的過誤がないよう、機器作業箇所にラベルを貼り見える化することとした。