

リサイクル燃料備蓄センター

表中の記号

— : モニタリング対象外を示す。

ND : 定量下限値未満を示す。分析室等で実施する環境試料中放射性核種の分析測定については、測定条件や精度を一定の水準に保つため、試料・核種毎に定量下限値を定めている(リサイクル燃料備蓄センターに係る環境放射線モニタリング実施要領 4.数値の取扱方法(5)別表1参照)。

: 平常の変動幅を外れた測定値を示す。

1 調査概要

(1) 実施者

青森県原子力センター
リサイクル燃料貯蔵株式会社

(2) 期間

平成 27 年 4 月～平成 28 年 3 月(平成 27 年度)

(3) 内容

調査内容は、表 1-1、表 1-2 に示すとおりである。

(4) 測定方法

『リサイクル燃料備蓄センターに係る環境放射線モニタリング実施要領』による(「資料」参照)。

表 1-1 空間放射線

測定項目		測定頻度	地点数		
			区分	青森県	事業者
空間放射線量率	モニタリングポスト	連続	施設周辺地域	1	1
			RPLDによる積算線量	3箇月積算	施設周辺地域
			比較対照(むつ市川内町)	1	-

表 1-2 環境試料中の放射能(機器分析)

試料の種類			青森県		事業者	
			地点数	検体数	地点数	検体数
				γ線放出核種		γ線放出核種
陸上試料	表土		3	3	2	2
	指標生物	松葉	1	2	1	2
比較対照 (むつ市川内町)	表土		1	1	-	-
	指標生物	松葉	1	2	-	-
計			6	8	3	4

- ・モニタリングポスト
空間放射線量率測定器及び積算線量計を備えた野外測定設備
- ・モニタリングポイント
積算線量計を備えた野外測定設備

2 調査結果

リサイクル燃料備蓄センターについては、環境放射線の事前調査を実施している。

平成27年度(平成27年4月～平成28年3月)における環境放射線の調査結果は、これまでと同じ水準^{※1}であった。

(1) 空間放射線

モニタリングポストによる空間放射線量率測定及び RPLD(蛍光ガラス線量計)による積算線量測定を実施した。

① 空間放射線量率(NaI)(図2-1)

関根局、美付局における年間の平均値は 22、20 nGy/h、最大値は 78、82 nGy/h、最小値は 14、11 nGy/h であり、月平均値は 15 ～ 24 nGy/h であった。

平常の変動幅^{※2}を上回った測定値は、すべて降雨等^{※3}によるものと考えられる。

② RPLDによる積算線量(図2-2)

測定値は 76 ～ 106 μ Gy/91日であり、平常の変動幅の範囲内であった。

※1:「(概ね)これまでと同じ水準」

- ・「これまでと同じ水準」は、測定結果について、平常の変動幅の範囲内である場合及び範囲を外れた要因が、降雨、降雪等の気象要因、医療・産業に用いる放射性同位元素の影響等と判断される場合を示す。
- ・「概ねこれまでと同じ水準」は、県内外の原子力施設からの影響により、一部の測定値が平常の変動幅を上回ったが、全体的にはこれまでと同じ水準(住民等の線量が法令に定める周辺監視区域外の線量限度(年間 1 ミリシーベルト)を十分に下回るような水準にあること)と判断される場合を示す。

※2:「平常の変動幅」は空間放射線量率については「過去の測定値」^{※4}の「平均値±(標準偏差の3倍)」、RPLDによる積算線量については「過去の測定値」の「最大値～最小値」。

※3:「降雨等」とは、「降雨、降雪、雷雨、積雪等の気象要因及び地理・地形上の要因等の自然条件の変化」、「医療・産業に用いる放射性同位元素等の影響」、「国内外の他の原子力施設からの影響」などである。空間放射線量率は、降雨雪時に雨や雪に取り込まれて地表面に落下したラドンの壊変生成物の影響により上昇し、積雪により大地からの放射線が遮へいされることにより低下する。また、医療・産業に用いる放射性同位元素等の影響により測定値が上昇することがある。

※4:「過去の測定値」は空間放射線については前年度までの5年間(平成22～26年度)の測定値。

図2-1 モニタリングポストによる空間放射線量率(NaI)測定結果

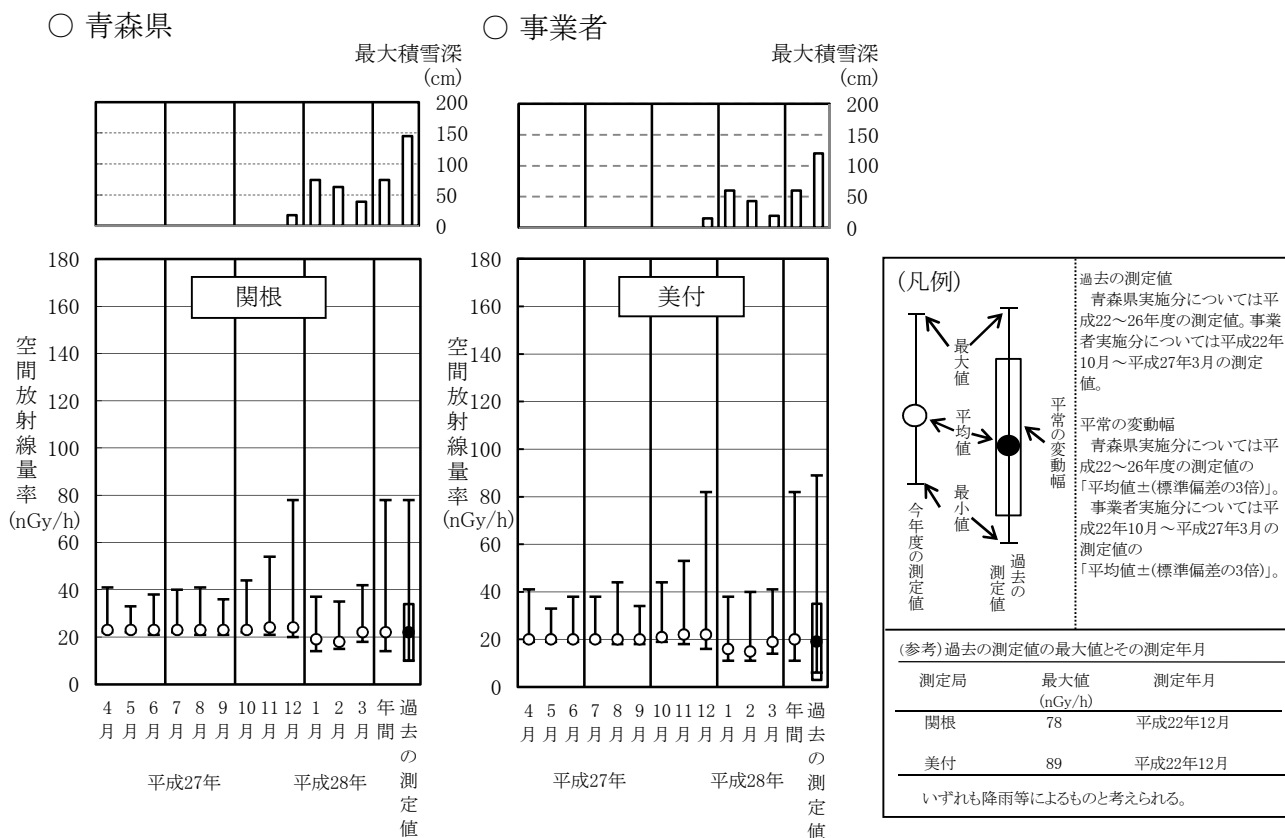
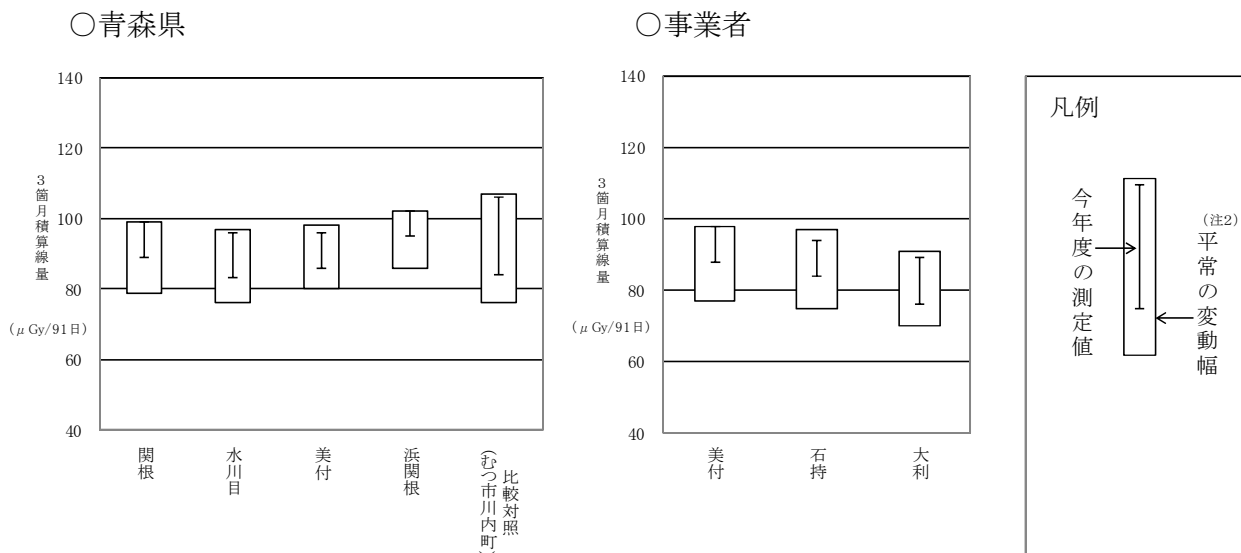


図 2-2 RPLD による積算線量測定結果^(注1)



(注1) 測定値は、宇宙線の一部及び自己照射の線量を含む。

(注2) 「平常の変動幅」は平成22～26年度の3箇月積算線量の測定値の「最小値～最大値」。

ただし、美付(県・事業者)については平成22年10月～平成27年3月の3箇月積算線量測定値の「最小値～最大値」。

(2) 環境試料中の放射能

ゲルマニウム半導体検出器による機器分析(γ線放出核種分析)を実施した(表2-1-1、表2-1-2)。

セシウム-134の測定値は、すべてNDであり、平常の変動幅^{※5}の範囲内であった。

セシウム-137の測定値は、表土がND~23 Bq/kg 乾、松葉はすべてNDであり、平常の変動幅の範囲内であった。

その他の人工放射性核種についても、すべてNDであった。

表2-1-1 γ線放出核種分析結果

試料の種類			単位	定量 下限値	セシウム-134				
					青森県		事業者		平常の変動幅
					検体数	測定値	検体数	測定値	
陸上試料	表	土	Bq/kg 乾	3	3	ND	2	ND	ND
	指標生物	松	葉	Bq/kg 生	0.4	2	ND	2	ND
比較対照 (むつ市川内町)	表	土	Bq/kg 乾	3	1	ND	-	-	ND
	指標生物	松	葉	Bq/kg 生	0.4	2	ND	-	-
計			-	-	8	-	4	-	-

・測定対象核種はマンガン-54、鉄-59、コバルト-58、コバルト-60、セシウム-134、セシウム-137、ベリリウム-7、カリウム-40、ビスマス-214、アクチニウム-228。なお、ビスマス-214、アクチニウム-228については、土試料のみとする。

・「平常の変動幅」は平成20~26年度の測定値の「最小値~最大値」。比較対照(むつ市川内町)については平成15~26年度の測定値の「最小値~最大値」。ただし、東京電力(株)福島第一原子力発電所の事故の影響が考えられる測定値については平常の変動幅の設定に用いていない(平成22年度報付10、平成23年度報付16、平成24年度報付10及び平成25年度報付7参照)。

表2-1-2 γ線放出核種分析結果

試料の種類			単位	定量 下限値	セシウム-137				
					青森県		事業者		平常の変動幅
					検体数	測定値	検体数	測定値	
陸上試料	表	土	Bq/kg 乾	3	3	7~23	2	ND, 20	ND ~ 26
	指標生物	松	葉	Bq/kg 生	0.4	2	ND	2	ND
比較対照 (むつ市川内町)	表	土	Bq/kg 乾	3	1	10	-	-	7 ~ 11
	指標生物	松	葉	Bq/kg 生	0.4	2	ND	-	-
計			-	-	8	-	4	-	-

・測定対象核種はマンガン-54、鉄-59、コバルト-58、コバルト-60、セシウム-134、セシウム-137、ベリリウム-7、カリウム-40、ビスマス-214、アクチニウム-228。なお、ビスマス-214、アクチニウム-228については、土試料のみとする。

・「平常の変動幅」は平成20~26年度の測定値の「最小値~最大値」。比較対照(むつ市川内町)については平成15~26年度の測定値の「最小値~最大値」。ただし、東京電力(株)福島第一原子力発電所の事故の影響が考えられる測定値については平成25年度の表土を除き平常の変動幅の設定に用いていない(平成22年度報付10、平成23年度報付16、平成24年度報付10及び平成25年度報付7参照)。

※5:「平常の変動幅」は、環境試料中の放射能については、調査を開始した年度から前年度までの測定値の「最小値~最大値」。

3 総合評価

(1) 平成 27 年度の環境放射線調査結果

リサイクル燃料備蓄センターについては、環境放射線の事前調査を実施している。

平成 27 年度の環境放射線調査結果は、これまでと同じ水準であった。

(2) 平常の変動幅の設定

平成 27 年度の測定結果については、「東通原子力発電所に係る環境放射線モニタリング結果の評価方法」を準用し定めている「平常の変動幅」の設定に用いる。

平常の変動幅の設定に用いるかどうかについては、今後も個々の測定値について検討を行い判断する。

資 料

核種の記号及び名称

^3H , H-3	: トリチウム
^7Be , Be-7	: ベリリウム-7
^{40}K , K-40	: カリウム-40
^{54}Mn , Mn-54	: マンガン-54
^{59}Fe , Fe-59	: 鉄-59
^{58}Co , Co-58	: コバルト-58
^{60}Co , Co-60	: コバルト-60
^{90}Sr , Sr-90	: スترونチウム-90
^{131}I , I-131	: ヨウ素-131
^{134}Cs , Cs-134	: セシウム-134
^{137}Cs , Cs-137	: セシウム-137
^{214}Bi , Bi-214	: ビスマス-214
^{228}Ac , Ac-228	: アクチニウム-228
$^{239+240}\text{Pu}$, Pu-239+240	: プルトニウム-239+240

1. 青森県実施分測定結果

(1)空間放射線量率測定結果

①モニタリングポストによる空間放射線量率(NaI)測定結果

(単位:nGy/h)

測定局	測定月	平均	最大	最小	標準偏差	平常の変動幅を外れた時間数(単位:時間)	平常の変動幅を外れた原因と時間数(単位:時間)		平常の変動幅	過去の測定値の範囲	備考
							施設起因	降雨等			
関根	4月	23	41	22	2.4	5	—	5	10~34 (22±12)	10~78	
	5月	23	33	22	1.2	0	—	0			
	6月	23	38	21	1.7	3	—	3			
	7月	23	40	22	1.7	5	—	5			
	8月	23	41	21	2.1	5	—	5			
	9月	23	36	21	1.7	1	—	1			
	10月	23	44	22	2.9	16	—	16			
	11月	24	54	21	4.6	36	—	36			
	12月	24	78	20	6.0	36	—	36			
	1月	19	37	14	4.2	1	—	1			
	2月	18	35	15	3.2	1	—	1			
	3月	22	42	18	2.2	5	—	5			
	年間	22	78	14	3.6	114	—	114			

- ・測定値は1時間値。
- ・測定時間数は1年間で約8,800時間。
- ・測定値は、3 MeVを超える高エネルギー成分を含まない。
- ・「平常の変動幅」は「過去の測定値」の「平均値±(標準偏差の3倍)」。
- ・「過去の測定値」の範囲は平成22~26年度の測定値の「最小値~最大値」。
- ・「施設起因」は、監視対象施設であるリサイクル燃料備蓄センターに起因するもの。ただし、施設が操業前であるため、表には「—」として記載している。
- ・「降雨等」に分類する要因としては、「降雨、降雪、雷雨、積雪等の気象要因及び地理・地形上の要因等の自然条件の変化」、「医療・産業に用いる放射性同位元素等の影響」、「国内外の他の原子力施設からの影響」などが挙げられる。

(参考)モニタリングポストによる空間放射線量率(電離箱)測定結果

(単位:nGy/h)

測定局	測定月	平均	最大	最小	標準偏差	備考
関根	4月	53	73	50	2.7	
	5月	53	65	50	1.5	
	6月	53	69	49	2.1	
	7月	53	69	49	1.9	
	8月	52	70	50	2.2	
	9月	52	65	50	1.8	
	10月	53	74	50	3.3	
	11月	53	85	49	5.0	
	12月	54	107	50	6.2	
	1月	51	68	44	3.7	
	2月	50	66	44	2.9	
	3月	52	72	49	2.2	
	年間	53	107	44	3.4	

- ・測定値は1時間値。
- ・測定値は3 MeVを超える高エネルギー成分を含む。

(2) 積算線量測定結果(RPLD)

測定地点		年間積算線量 (μ Gy/365日)	3箇月積算線量(μ Gy/91日)					備考
			第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期	平常の 変動幅	
むつ市	関根	378	94	99	96	89	79 ~ 99	
	水川目	356	88	96	88	83	76 ~ 97	
	美付	366	90	96	92	86	80 ~ 98	
	浜関根	392	96	102	98	95	86 ~ 102	
比較対照 (むつ市川内町)	川内町中道	393	100	106	103	84	76 ~ 107	

- ・測定値は宇宙線の一部及び自己照射の線量を含む。
 - ・「3箇月積算線量」は測定期間の測定値を91日あたりに換算し整数で示した値。
 - ・「年間積算線量」は各測定期間の測定値を合計した後、365日あたりに換算し整数で示した値。
 - ・「平常の変動幅」は平成22～26年度の3箇月積算線量測定値の「最小値～最大値」。
- ただし、美付については平成22年10月～平成27年3月の3箇月積算線量測定値の「最小値～最大値」。

(3) 環境試料中の放射能測定結果

試料名	採取地点	採取年月日	単位	機器分析										備考
				⁵⁴ Mn	⁵⁹ Fe	⁵⁸ Co	⁶⁰ Co	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁷ Be	⁴⁰ K	²¹⁴ Bi	²²⁸ Ac	
表土	関根	H27.7.13	Bq/kg乾	ND	ND	ND	ND	ND	9	ND	300	17	29	
	水川目	H27.7.13		ND	ND	ND	ND	ND	7	ND	120	ND	ND	
	浜ノ平	H27.7.13		ND	ND	ND	ND	ND	23	ND	210	13	20	
	比較対照 (むつ市川内町)	H27.7.9		ND	ND	ND	ND	ND	10	ND	290	18	30	
松葉	浜ノ平	H27.5.21	Bq/kg生	ND	ND	ND	ND	ND	ND	40	60	—	—	
		H27.11.12		ND	ND	ND	ND	ND	ND	40	76	—	—	
	比較対照 (むつ市川内町)	H27.5.11		ND	ND	ND	ND	ND	ND	31	74	—	—	
		H27.11.2		ND	ND	ND	ND	ND	ND	44	83	—	—	

- ・測定値は試料採取日に補正した値。

(4)気象観測結果

①降水量・積雪深

測定局	測定月	降水量 (mm)	積雪深(cm)				
			平均	最大	最小	過去の値	
						平均	最大
関根	4月	103.5	0	0	0	4	71
	5月	48.0	0	0	0	0	0
	6月	113.5	0	0	0	0	0
	7月	91.5	0	0	0	0	0
	8月	133.5	0	0	0	0	0
	9月	209.0	0	0	0	0	0
	10月	68.5	0	0	0	0	1
	11月	245.5	0	0	0	0	16
	12月	87.5	3	17	0	8	65
	1月	134.0	39	74	1	38	83
	2月	77.5	43	63	26	64	145
	3月	37.5	7	39	0	41	119
	年間	1349.5	8	74	0	13	145

- ・測定値は「地上気象観測指針(平成14年 気象庁)」に基づく1時間値。
- ・積雪深における「過去の値」は、平成22～26年度の同一時期の平均値及び最大値。

2. 事業者実施分測定結果

(1) 空間放射線量率測定結果

①モニタリングポストによる空間放射線量率(NaI)測定結果

(単位:nGy/h)

測定局	測定月	平均	最大	最小	標準偏差	平常の変動幅を外れた時間数(単位:時間)	平常の変動幅を外れた原因と時間数(単位:時間)		平常の変動幅	過去の測定値の範囲	備考
							施設起因	降雨等			
美付	4月	20	41	19	2.7	1	-	1	3~35 (19±16)	6~89	
	5月	20	33	19	1.4	0	-	0			
	6月	20	38	19	1.8	3	-	3			
	7月	20	38	19	1.8	2	-	2			
	8月	20	44	18	2.4	3	-	3			
	9月	20	34	18	1.8	0	-	0			
	10月	21	44	19	3.1	10	-	10			
	11月	22	53	18	5.2	28	-	28			
	12月	22	82	16	7.5	32	-	32			
	1月	16	38	11	4.9	1	-	1			
	2月	15	40	11	4.0	3	-	3			
	3月	19	41	14	2.9	5	-	5			
	年間	20	82	11	4.3	88	-	88			

- ・測定値は1時間値。
- ・測定時間数は12箇月間で約8,800時間。
- ・測定値は3 MeVを超える高エネルギー成分を含まない。
- ・「平常の変動幅」は「過去の測定値」の「平均値±(標準偏差の3倍)」。
- ・「過去の測定値」の範囲は平成22年10月～平成27年3月の測定値の「最小値～最大値」。
- ・「施設起因」は、監視対象施設であるリサイクル燃料備蓄センターに起因するもの。ただし、施設が操業前であるため、表には「-」として記載している。
- ・「降雨等」に分類する要因としては、「降雨、降雪、雷雨、積雪等の気象要因及び地理・地形上の要因等の自然条件の変化」、「医療・産業に用いる放射性同位元素等の影響」、「国内外の他の原子力施設からの影響」などが挙げられる。

(参考)モニタリングポストによる空間放射線量率(電離箱)測定結果

(単位:nGy/h)

測定局	測定月	平均	最大	最小	標準偏差	備考
美付	4月	54	75	50	2.8	
	5月	54	66	52	1.5	
	6月	54	72	50	1.9	
	7月	53	71	50	1.8	
	8月	53	75	50	2.4	
	9月	53	67	50	1.9	
	10月	54	77	51	3.2	
	11月	55	87	50	5.4	
	12月	55	114	49	7.6	
	1月	50	71	44	4.7	
	2月	49	74	44	3.9	
	3月	53	75	47	3.0	
	年間	53	114	44	4.2	

- ・測定値は1時間値。
- ・測定値は3 MeVを超える高エネルギー成分を含む。

(2) 積算線量測定結果(RPLD)

測定地点		年間積算線量 (μ Gy/365日)	3箇月積算線量(μ Gy/91日)					備考
			第1 四半 期	第2 四半 期	第3 四半 期	第4 四半 期	平常の変動幅	
むつ市	美付	374	92	98	95	88	77 ~ 98	
東通村	石持	362	91	93	94	84	75 ~ 97	
	大利	340	86	88	89	76	70 ~ 91	

- ・測定値は宇宙線の一部及び自己照射の線量を含む。
 - ・「3箇月積算線量」は測定期間の測定値を91日当りに換算し整数で示した値。
 - ・「年間積算線量」は各測定期間の測定値を合計した後、365日当りに換算し整数で示した値。
 - ・「平常の変動幅」は、平成21～26年度の3箇月積算線量の測定値の「最小値～最大値」。
- ただし、美付については平成22年10月～平成27年3月の3箇月積算線量の測定値の「最小値～最大値」。

(3) 環境試料中の放射能測定結果

試料名	採取地点	採取年月日	単位	機器分析										備考
				⁵⁴ Mn	⁵⁹ Fe	⁵⁸ Co	⁶⁰ Co	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁷ Be	⁴⁰ K	²¹⁴ Bi	²²⁸ Ac	
表土	美付	H27.7.27	Bq/kg乾	ND	ND	ND	ND	ND	20	ND	330	33	38	
	大利	H27.7.27		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	99	13	ND	
松葉	北関根	H27.5.21	Bq/kg生	ND	ND	ND	ND	ND	ND	33	64	—	—	
		H27.11.18		ND	ND	ND	ND	ND	ND	42	80	—	—	

- ・測定値は試料採取日に補正した値。

(4) 気象観測結果

① 降水量・積雪深

測定局	測定月	降水量 (mm)	積雪深(cm)				
			平均	最大	最小	過去の値	
						平均	最大
美 付	4 月	100.5	0	0	0	6	75
	5 月	46.0	0	0	0	0	0
	6 月	97.0	0	0	0	0	0
	7 月	90.0	0	0	0	0	0
	8 月	114.0	0	0	0	0	0
	9 月	176.0	0	0	0	0	0
	10 月	55.5	0	0	0	0	0
	11 月	211.0	0	0	0	0	12
	12 月	78.5	2	15	0	6	61
	1 月	83.5	27	60	0	29	87
	2 月	57.5	25	43	8	51	120
	3 月	32.5	3	19	0	35	120
	年 間	1142.0	8	60	0	13	120

- ・測定値は「地上気象観測指針(平成14年気象庁)」に基づく1時間値。
- ・積雪深における「過去の値」は、平成22年10月～平成27年3月の同一時期の平均値及び最大値。

3. リサイクル燃料備蓄センターに係る 環境放射線モニタリング実施要領

リサイクル燃料備蓄センターに係る 環境放射線モニタリング実施要領

平成 21 年 3 月策定
平成 22 年 3 月改訂
平成 26 年 4 月改訂
平成 27 年 3 月改訂

1. 趣旨

「リサイクル燃料備蓄センターに係る環境放射線モニタリング計画」により環境放射線の測定方法、分析方法等について必要な事項を定めるものとする。

2. 測定装置及び測定方法

(1) 空間放射線等

項目	青森県		リサイクル燃料貯蔵株式会社	
	測定装置	測定方法	測定装置	測定方法
空間放射線量率	<ul style="list-style-type: none"> 低線量率計 3" φ × 3" NaI(Tl) シンチレーション検出器 (温度補償方式加温装置付)、G (E) 関数荷重演算方式 高線量率計 14L、6 気圧球形窒素 + アルゴンガス加圧型電離箱検出器 (加温装置付) 	<ul style="list-style-type: none"> 測定法 文部科学省編「連続モニタによる環境γ線測定法」(平成8年改訂)に準拠 連続測定 (1時間値) 測定位置 地上 1.8m 校正線源 ¹³⁷Cs 	<ul style="list-style-type: none"> 低線量率計：同左 高線量率計 14L、8 気圧球形窒素ガス + アルゴンガス加圧型電離箱検出器 (加温装置付) 	<ul style="list-style-type: none"> 同左

項目	青森県		リサイクル燃料貯蔵株式会社	
	測定装置	測定方法	測定装置	測定方法
積算線量	<ul style="list-style-type: none"> 蛍光ガラス線量計 (RPLD) 	<ul style="list-style-type: none"> 測定法 文部科学省編「蛍光ガラス線量計を用いた環境γ線量測定法」(平成14年)に準拠 素子数 地点当たり 3 個 積算期間 3 箇月 収納箱 木製 測定位置 地上 1.8m 校正線源 ¹³⁷Cs 	<ul style="list-style-type: none"> 同左 	

(2) 環境試料中の放射能

項目	青森県		リサイクル燃料貯蔵株式会社	
	測定装置	測定方法	測定装置	測定方法
機器分析 γ線放出 核種	・ゲルマニウム半導体 検出器	<ul style="list-style-type: none"> ・測定法 文部科学省編「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」(平成4年改訂)に準拠 文部科学省編「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」(昭和57年)に準拠 文部科学省編「放射性ヨウ素分析法」(平成8年改訂)に準拠 ・測定試料形態 表土 乾燥細土 指標生物 灰化物 ・測定容器 U-8 容器等 ・測定時間 80,000 秒 	・同左	

(3) 気 象

項 目	青森県		リサイクル燃料貯蔵株式会社	
	測定装置	測定方法	測定装置	測定方法
降 水 量	・雨雪量計 [転倒升方式] (気象庁検定付)	測定法: 指針※に準拠 測定位置: 地上約 2m	・同左	
感 雨	・感雨雪器 [電極式]	測定法: 指針※に準拠 測定位置: 地上約 2m		
積 雪 深	・積雪計 [レーザー式] (気象庁検定付)	測定法: 指針※に準拠 測定位置: 地上約 3m	・積雪計 [超音波式] (気象庁検定付)	測定法: 指針※に準拠 測定位置: 地上約 3m

※: 「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」(平成13年改訂 原子力安全委員会)

3. 環境試料中の放射能測定対象核種

^{54}Mn 、 ^{59}Fe 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^7Be 、 ^{40}K 、 ^{214}Bi 、 ^{228}Ac

なお、 ^{214}Bi 、 ^{228}Ac については、土試料のみとする。

4. 数値の取扱方法

(1) 空間放射線量率

単 位	表示方法
nGy/h	整数で示す。

(2) 積算線量

単 位	表示方法
$\mu\text{Gy}/91\text{日}$ $\mu\text{Gy}/365\text{日}$	3箇月積算線量は、測定期間の測定値を91日当りに換算し、整数で示す。 年間積算線量は、各期間の測定値を合計した後、365日当りに換算し、整数で示す。

(3) 環境試料中の放射性核種

試 料	単 位	表示方法
表 土	Bq/kg 乾	有効数字2桁で示す。最小位は定量下限値の最小の位。 定量下限値は別表1に示す。
指標生物	Bq/kg 生	定量下限値未満は「ND」と表示する。 計数誤差は記載しない。

別表1 環境試料中の放射性核種の定量下限値

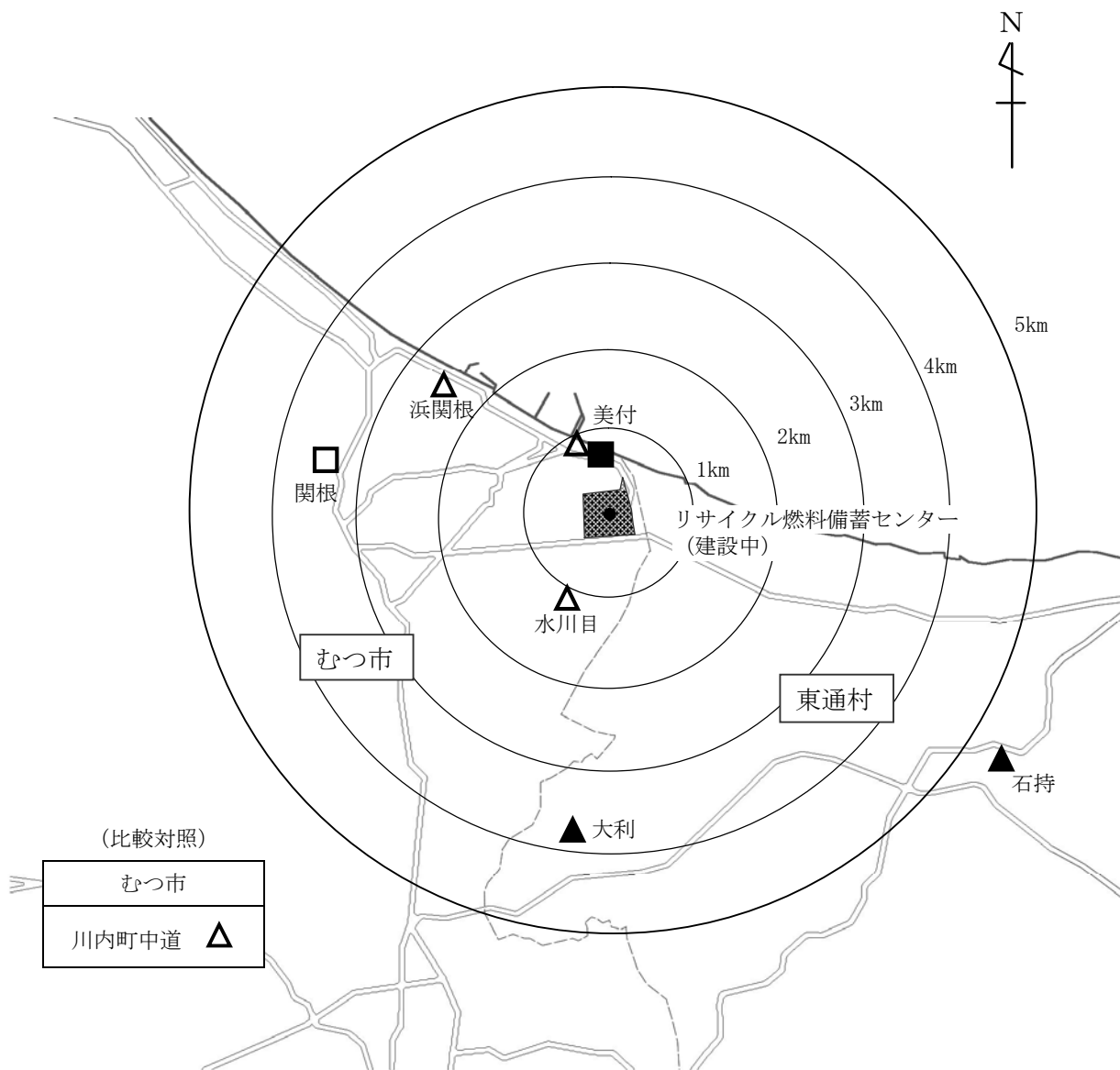
試料	単 位	γ 線放出核種										備考
		^{54}Mn	^{59}Fe	^{58}Co	^{60}Co	^{134}Cs	^{137}Cs	^7Be	^{40}K	^{214}Bi	^{228}Ac	
表 土	Bq/kg 乾	3	6	3	3	3	3	30	40	8	15	
指標生物	Bq/kg 生	0.4	0.8	0.4	0.4	0.4	0.4	6	6	-	-	

5. 試料の採取方法等

試 料	採取方法等
表 土	表層（0～5cm）を採土器により採取する。
松 葉	二年生葉を採取する。

4. 空間放射線の測定地点図 及び環境試料の採取地点図

図1 空間放射線の測定地点図



<凡 例>

区分	県	事業者
モニタリングポスト	□	■
モニタリングポイント	△	▲

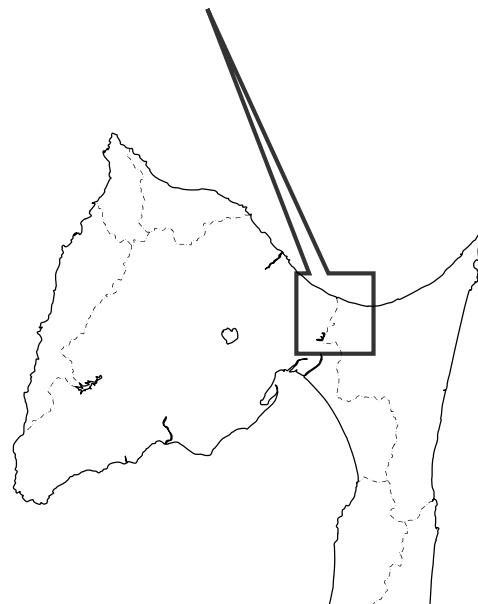
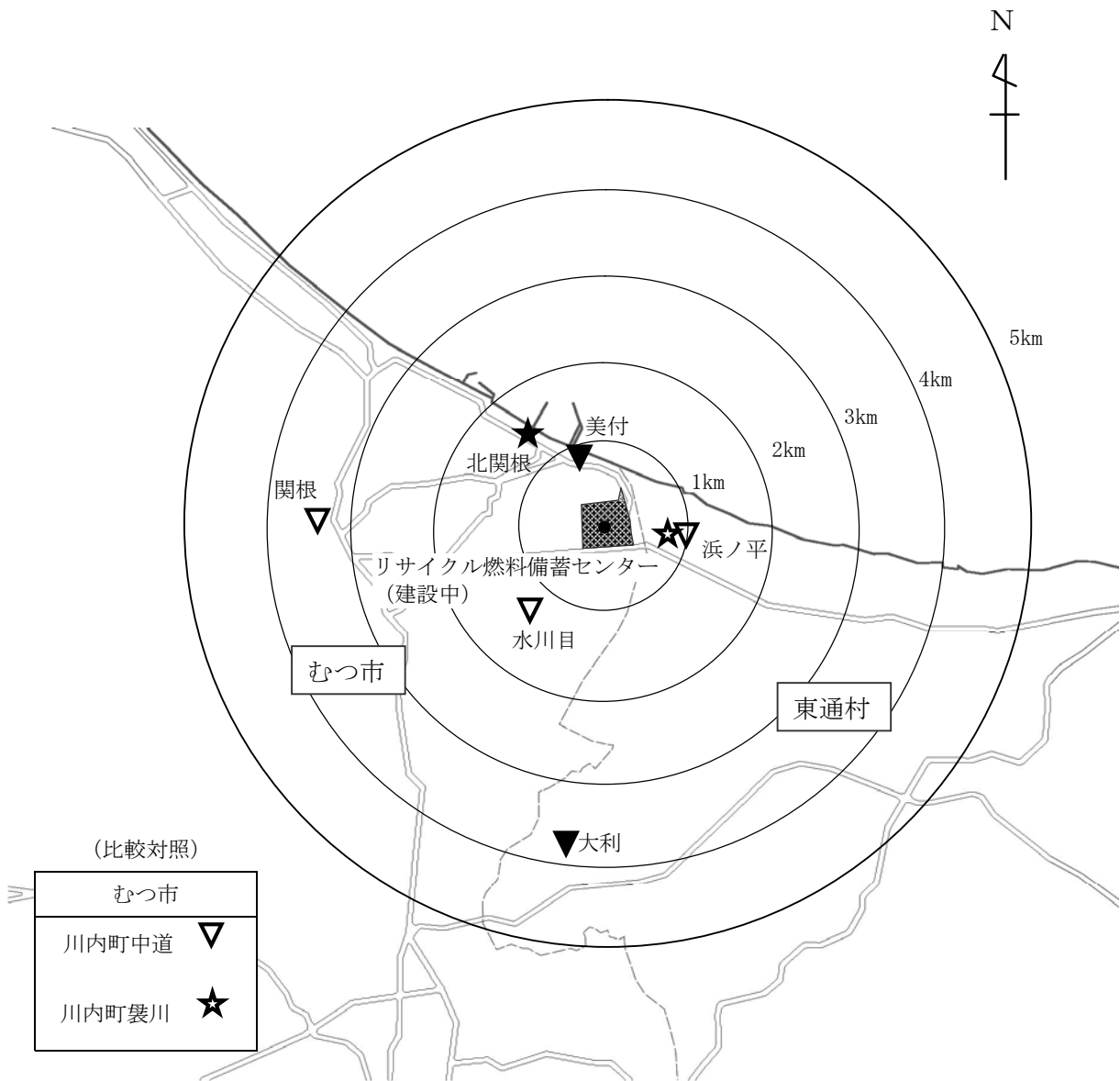
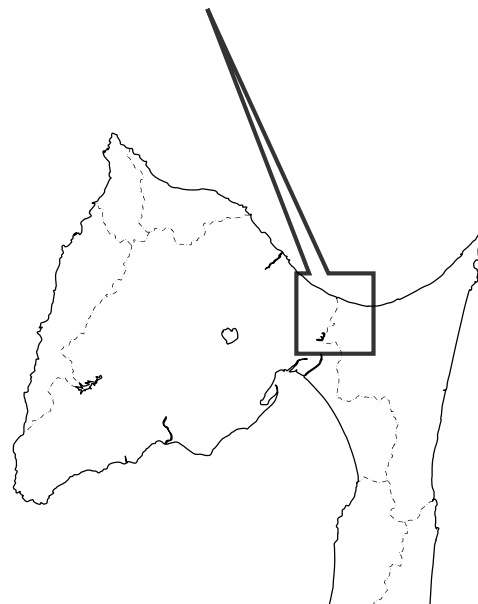


図2 環境試料の採取地点図



<凡 例>

試料の種類	県	事業者
表土	▼	▼
松葉	★	★



評 価 方 法 等

1. 原子燃料サイクル施設に係る
環境放射線等モニタリング結果の評価方法

原子燃料サイクル施設に係る 環境放射線等モニタリング結果の評価方法

平成 2 年 4 月策定
平成 1 3 年 7 月改訂
平成 1 8 年 4 月改訂
平成 2 8 年 3 月改訂

原子燃料サイクル施設に係る環境放射線等モニタリング結果の評価については、「同施設に係る環境放射線等モニタリング構想等」の考え方に基づくほか、「環境放射線モニタリング指針（平成 2 0 年 3 月策定、平成 2 2 年 4 月一部改訂 原子力安全委員会）」等に準拠して行うものであり、同施設の特徴を踏まえながら下記のとおり適正な評価を行うものとする。

1. 測定値の取り扱い

(1) 測定値の変動と平常の変動幅

空間放射線及び環境試料中の放射能の測定結果は、

- ① 試料採取方法・処理方法、測定器の性能、測定方法等の測定条件の変化
- ② 降雨、降雪、逆転層の出現等の気象要因、及び地理・地形上の要因等の自然条件の変化
- ③ 核爆発実験等の影響
- ④ 原子力施設の運転状況の変化

などにより、変動を示すのが普通である。これらの要因のうち③は別として、測定条件がよく管理されており、かつ原子力施設が平常運転を続けている限り、測定値はある幅の中に納まる確率が高く、これを「平常の変動幅」と呼ぶこととする。この平常の変動幅は、分析測定上の問題、環境の変化、施設からの予期しない放出などの原因調査が必要な測定値（データ）をふるい分けるために用いる。

(2) 平常の変動幅の決定

空間放射線（空間放射線量率、積算線量）、環境試料中の放射能濃度等についてそれぞれ平常の変動幅を次のように定める。

① 空間放射線量率

連続モニタの測定値については、過去の測定値の〔平均値±（標準偏差の 3 倍）〕を平常の変動幅とする。

② 積算線量

蛍光ガラス線量計（RPLD）測定値の 9 1 日換算値については、過去の測定値の最小値～最大値を平常の変動幅とする。

③ 環境試料中の放射能濃度等

環境試料中の放射能濃度等については、過去の測定値の最小値～最大値を平常の変動幅とし、環境試料の種類区分は別表のとおりとする。

④ 平常の変動幅の期間

ア 空間放射線

5年を限度とし、調査年度に近い時期を用いる。また、測定地点周辺における工事などにより、測定地点のバックグラウンドレベルに大きな変化があった場合は、それ以前のデータは参考値として扱い、1年以上経過した時点で改めて設定する。

イ 環境試料中の放射能濃度等

調査を開始した年度から調査年度の前年度までとする。

2. 測定結果の評価

(1) 空間放射線の測定結果の評価

空間放射線の測定結果については、測定値が平常の変動幅の範囲内にあるかどうかを確認する。測定値が平常の変動幅を外れた場合は以下の項目について調査を行い、原因を明らかにする。

- ① 計測系及び伝送処理系の健全性
- ② 降雨等による自然放射線の増加による影響
- ③ 地形、地質等の周辺環境状況の変化
- ④ 医療・産業用放射性同位元素等の影響
- ⑤ 核爆発実験等の影響
- ⑥ 県内外の原子力施設からの影響

また、測定値が平常の変動幅を下回る場合は、積雪の影響のほか、機器の故障が考えられるので点検する。

(2) 環境試料中の放射能濃度等の測定結果の評価

環境試料中の放射能濃度等の測定結果についても、空間放射線と同様に、測定値が平常の変動幅の範囲内にあるかどうかを確認する。測定値が平常の変動幅を外れた場合は、以下の項目について調査を行い、原因を明らかにする。

- ① 試料採取の状況
- ② 前処理、分析・測定の妥当性
- ③ 核爆発実験等の影響
- ④ 県内外の原子力施設からの影響

(3) 施設寄与の有無の判断

測定値が平常の変動幅の範囲内にあるかどうかにかかわらず、原子燃料サイクル施設からの寄与の有無を次の事項を踏まえて判断し、測定結果に基づく線量の推定・評価に資する。

- ① 施設の操業・運転状況（放出源情報等）
- ② 気象・海象
- ③ 過去の測定値の変動状況
- ④ 空間放射線量率については γ 線のエネルギー情報、環境試料中の放射性核種については安定元素との比や他の核種との比など

(4) 測定結果に基づく線量の推定・評価

測定結果に施設寄与が認められた場合には、1年間の外部被ばくによる実効線量と内部被ばくによる預託実効線量とに分けて別々に算出し、その結果を総合することで施設起因の線量の推定・評価を行う。

測定結果に基づく線量の推定・評価は原則として年度ごとに行う。具体的な算出方法は、「測定結果に基づく線量算出要領（平成28年3月 青森県）」に基づくものとする。

(5) 蓄積状況の把握

長期にわたる蓄積状況の把握は、主として河底土、湖底土、表土及び海底土の核種分析結果から、有意な差が見られるかどうかを判定するものとする。

(6) 放出源情報に基づく線量の推定・評価

放出源情報に基づく実効線量の計算は、施設からの年間放出実績をもとに「再処理事業所 再処理事業指定申請書及びその添付書類（平成23年2月14日許可）」に示されるものと同様の計算モデル及びパラメータを用いて行う。

(7) 総合評価

以上の測定結果及び線量評価結果を、青森県原子力施設環境放射線等監視評価会議において、総合的に評価し、モニタリングの基本目標である、原子燃料サイクル施設周辺住民等の健康と安全を守るため、環境における同施設に起因する放射性物質又は放射線による周辺住民等の線量が、法令に定める周辺監視区域外の線量限度（実効線量について年間1ミリシーベルト）を十分下回っていることを確認する。

3. その他

本評価方法については、今後、必要に応じ適宜検討を加える。

[解 説]

1. 〔平均値±（標準偏差の3倍）〕

連続モニタから、よく管理された条件のもとで測定値が得られる場合には、個々の数値の99.73%がこの範囲に納まることを意味する。

2. 有意な差

測定値に変動が見られた場合、その変動が単なる統計上のばらつきではなく、実際に測定対象が変動していると考えられること。

3. 実効線量

人体の各組織は放射線に対する感受性がそれぞれ異なる。その違いを考慮して定められた係数（組織加重係数）を各組織が受けた線量にかけて加え合わせたものが実効線量であり、防護の目的で放射線のリスクを評価する尺度である。

4. 預託実効線量

人体内に取り込まれた放射性核種がある期間体内に残留することを考慮し、成人については摂取後50年間、子供では摂取した年齢から70歳までに受ける実効線量を積算したものが預託実効線量である。

別表 環境試料の種類区分

試 料 の 種 類			
陸 上 試 料	大 気 浮 遊 じ ん		
	大 気 (気 体 状)		
	大 気		
	大 気 (水 蒸 気 状)		
	雨 水		
	降 下 物		
	河 川 水		
	湖 沼 水		
	水 道 水		
	井 戸 水		
	河 底 土		
	湖 底 土		
	表 土		
	牛 乳 (原 乳)		
	精 米		
	野 菜	ハクサイ、キャベツ	
		ダイコン	
		ナガイモ、パレイショ	
	牧 草		
	デ ン ト コ ー ン		
淡 水 産 食 品	ワ カ サ ギ		
	シ ジ ミ		
指 標 生 物	松 葉		
海 洋 試 料	海 水		
	海 底 土		
	海 産 食 品	ヒ ラ メ 、 カ レ イ	
		イ カ	
		ホ タ テ 、 ア ワ ビ	
		ヒ ラ ツ メ ガ ニ	
		ウ ニ	
	コ ン ブ		
	指 標 生 物	チ ガ イ ソ	
ム ラ サ キ イ ガ イ			
比 較 対 照 (青 森 市)	大 気 浮 遊 じ ん		
	大 気 (気 体 状)		
	大 気		
	大 気 (水 蒸 気 状)		
	表 土		
	精 米		
	指 標 生 物	松 葉	

2. 東通原子力発電所に係る 環境放射線モニタリング結果の評価方法

東通原子力発電所に係る 環境放射線モニタリング結果の評価方法

平成15年2月策定
平成18年4月改訂
平成28年3月改訂

東通原子力発電所に係る環境放射線モニタリング結果の評価については、「東通原子力発電所に係る環境放射線モニタリング基本計画」の考え方に基づくほか、「環境放射線モニタリングに関する指針（平成20年3月策定、平成22年4月一部改訂 原子力安全委員会）」等に準拠して、以下のとおり適正な評価を行うものとする。

1. 測定値の取り扱い

(1) 測定値の変動と平常の変動幅

空間放射線及び環境試料中の放射能の測定結果は、

- ① 試料採取方法・処理方法、測定器の性能、測定方法等の測定条件の変化
- ② 降雨、降雪、逆転層の出現等の気象要因、及び地理・地形上の要因等の自然条件の変化
- ③ 核爆発実験等の影響
- ④ 原子力施設の運転状況の変化

などにより、変動を示すのが普通である。これらの要因のうち③は別として、測定条件がよく管理されており、かつ原子力施設が平常運転を続けている限り、測定値はある幅の中に納まる確率が高く、これを「平常の変動幅」と呼ぶこととする。この平常の変動幅は、分析測定上の問題、環境の変化、施設からの予期しない放出などの原因調査が必要な測定値（データ）をふるい分けるために用いる。

(2) 平常の変動幅の決定

空間放射線（空間放射線量率、積算線量）、環境試料中の放射能濃度についてそれぞれ平常の変動幅を次のように定める。

① 空間放射線量率

連続モニタの測定値については、過去の測定値の〔平均値±(標準偏差の3倍)〕を平常の変動幅とする。

② 積算線量

蛍光ガラス線量計（RPLD）測定値の91日換算値については、過去の測定値の最小値～最大値を平常の変動幅とする。

③ 環境試料中の放射能濃度

環境試料中の放射能濃度については、過去の測定値の最小値～最大値を平常の変動幅とし、環境試料の種類区分は別表のとおりとする。

④ 平常の変動幅の期間

ア 空間放射線

5年を限度とし、調査年度に近い時期を用いる。また、測定地点周辺における工事などにより、測定地点のバックグラウンドレベルに大きな変化があった場合は、それ以前のデータは参考値として扱い、1年以上経過した時点で改めて設定する。

イ 環境試料中の放射能濃度

調査を開始した年度から調査年度の前年度までとする。

2. 測定結果の評価

(1) 空間放射線の測定結果の評価

空間放射線の測定結果については、測定値が平常の変動幅の範囲内にあるかどうかを確認する。測定値が平常の変動幅を外れた場合は以下の項目について調査を行い、原因を明らかにする。

- ① 計測系及び伝送処理系の健全性
- ② 降雨等による自然放射線の増加による影響
- ③ 地形、地質等の周辺環境状況の変化
- ④ 医療・産業用放射性同位元素等の影響
- ⑤ 核爆発実験等の影響
- ⑥ 県内外の原子力施設からの影響

また、測定値が平常の変動幅を下回る場合は、積雪の影響のほか、機器の故障が考えられるので点検する。

(2) 環境試料中の放射能濃度の測定結果の評価

環境試料中の放射能濃度の測定結果についても、空間放射線と同様に、測定値が平常の変動幅の範囲内にあるかどうかを確認する。測定値が平常の変動幅を外れた場合は、以下の項目について調査を行い、原因を明らかにする。

- ① 試料採取の状況
- ② 前処理、分析・測定の妥当性
- ③ 核爆発実験等の影響
- ④ 県内外の原子力施設からの影響

(3) 施設寄与の有無の判断

測定値が平常の変動幅の範囲内にあるかどうかにかかわらず、東通原子力発電所から

の寄与の有無を次の事項を踏まえて判断し、測定結果に基づく線量の推定・評価に資する。

- ① 施設の操業・運転状況（放出源情報等）
- ② 気象・海象
- ③ 過去の測定値の変動状況
- ④ 空間放射線量率についてはγ線のエネルギー情報、環境試料中の放射性核種については安定元素との比や他の核種との比など

（４）測定結果に基づく線量の推定・評価

測定結果に施設寄与が認められた場合には、1年間の外部被ばくによる実効線量と内部被ばくによる預託実効線量とに分けて別々に算出し、その結果を総合することで施設起因の線量の推定・評価を行う。

測定結果に基づく線量の推定・評価は原則として年度ごとに行う。具体的な算出方法は、「測定結果に基づく線量算出要領（平成28年3月 青森県）」に基づくものとする。

（５）蓄積状況の把握

長期にわたる蓄積状況の把握は、主として表土及び海底土の核種分析結果から、有意な差が見られるかどうかを判定するものとする。

（６）放出源情報に基づく線量の推定・評価

放出源情報に基づく評価は、「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針（昭和50年5月決定 原子力委員会、平成13年3月改訂 原子力安全委員会）」に定める線量目標値（実効線量について年間50マイクロシーベルト）と比較して行う。

放出源情報に基づく実効線量の計算は、施設からの年間放出実績をもとに「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針（昭和51年9月決定 原子力委員会、平成13年3月改訂 原子力安全委員会）」に準拠して行う。

（７）総合評価

以上の測定結果及び線量評価結果を、青森県原子力施設環境放射線等監視評価会議において、総合的に評価し、モニタリングの基本目標である、東通原子力発電所周辺住民等の健康と安全を守るため、環境における同発電所に起因する放射性物質又は放射線による周辺住民等の線量が、法令に定める周辺監視区域外の線量限度（実効線量について年間1ミリシーベルト）を十分下回っていることを確認する。

3. その他

本評価方法については、今後、必要に応じ適宜検討を加える。

[解 説]

1. [平均値±(標準偏差の3倍)]

連続モニタから、よく管理された条件のもとで測定値が得られる場合には、個々の数値の99.73%がこの範囲に納まることを意味する。

2. 有意な差

測定値に変動が見られた場合、その変動が単なる統計上のばらつきではなく、実際に測定対象が変動していると考えられること。

3. 実効線量

人体の各組織は放射線に対する感受性がそれぞれ異なる。その違いを考慮して定められた係数(組織加重係数)を各組織が受けた線量にかけて加え合わせたものが実効線量であり、防護の目的で放射線のリスクを評価する尺度である。

4. 預託実効線量

人体内に取り込まれた放射性核種がある期間体内に残留することを考慮し、成人については摂取後50年間、子供では摂取した年齢から70歳までに受ける実効線量を積算したものが預託実効線量である。

別表 環境試料の種類区分

試 料 の 種 類			
陸 上 試 料	大 気 浮 遊 じ ん		
	降 下 物		
	河 川 水		
	水 道 水		
	井 戸 水		
	表 土		
	精 米		
	野 菜	バ レ イ シ ョ ン	
		ダ イ コ ン	
		ハ ク サ イ 、 キ ャ ベ ツ	
		ア ブ ラ ナ	
	牛 乳 (原 乳)		
	牛 肉		
	牧 草		
指 標 生 物	松	葉	
海 洋 試 料	海 水		
	海 底 土		
	海 産 食 品	ヒ ラ メ 、 カ レ イ 、 ウ ス メ バ ル 、 コ ウ ナ ゴ 、 ア イ ナ メ	
		ホ タ テ 、 ア ワ ビ	
		コ ン ブ	
		タ コ	
		ウ ニ	
	指 標 生 物	チ ガ イ ソ	
ム ラ サ キ イ ガ イ			
比 較 対 照 (むつ市川内町)	表 土		
	指 標 生 物	松	葉

3. 測定結果に基づく線量算出要領

測定結果に基づく線量算出要領

[平成28年3月策定]

1. 目的

「原子燃料サイクル施設に係る環境放射線等モニタリング結果の評価方法(平成28年3月改訂 青森県)」及び「東通原子力発電所に係る環境放射線モニタリング結果の評価方法(平成28年3月改訂 青森県)」に基づき推定・評価する施設起因の線量の具体的な算出方法を定めるものである。

2. 線量の推定・評価

測定結果に基づく施設起因の線量の推定・評価は、測定値が平常の変動幅の範囲内かどうかにかかわらずモニタリング対象施設からの影響が認められた場合、1年間の外部被ばくによる実効線量と内部被ばくによる預託実効線量をそれぞれ算出し、その結果を総合することで行う。

(1) 外部被ばくによる実効線量

モニタリングステーション及びモニタリングポストにおける実効線量の算出においては、NaI(Tl)シンチレーション検出器による空間放射線量率及び大気中の気体状β放射能濃度を用いることとする。それぞれの測定結果に施設寄与が認められた場合は、地点ごとに空間放射線量率(1時間値)からγ線による実効線量と、大気中の気体状β放射能濃度(1時間値)からβ線による実効線量を算出し、両者を合計する。ただし、β線による実効線量の算出は、原子燃料サイクル施設に係るモニタリングステーションを対象とする。

モニタリングポイントにおいてRPLDによる積算線量の測定結果に施設寄与が認められた場合は、地点ごとに積算線量から実効線量を算出する。

外部被ばくによる実効線量は、上記の地点ごとの実効線量のうち最も高い値とする。

1) γ線による実効線量

① NaI(Tl)シンチレーション検出器の測定結果に基づく算出

空間放射線量率については、SCA 弁別法^{注1}を用いて求めた人工放射性核種による線量率(以下「推定人工線量率」という。)に測定時間(1h)を乗じて1年間分すべて積算し、換算係数0.8^{注2}を乗じて実効線量を算出する(式(1))。

$$\text{実効線量(mSv)} = \underbrace{\sum (\text{推定人工線量率(nGy/h)} \times 1(\text{h}))}_{\text{正負すべての積算値(nGy)}} \times 0.8(\text{Sv/Gy}) / 10^6(\text{nSv/mSv}) \cdots \text{式(1)}$$

※SCA 弁別法による推定人工線量率算出方法

空間放射線量率を目的変数、SCA(Bi)及びSCA(Tl)を説明変数とする重回帰分析を行い、得られた重回帰式(式(2))から自然放射性核種寄与分の線量率(以下「推定自然線量率」という。)を求め、空間放射線量率から推定自然線量率を差し引いて推定人工線量率を算出する(式(3))。

重回帰式の定数(式(2)のa,b,c)は、使用済燃料のせん断・溶解期間以外で施設寄与を含まない測定値から、原則として四半期ごとに算出する。

$$\text{推定自然線量率(nGy/h)} = a \times \text{SCA(Bi)} + b \times \text{SCA(Tl)} + c \cdots \text{式(2)}$$

$$\left(\begin{array}{l} \text{SCA(Bi): Bi-214 エネルギー領域(1.65~2.5MeV)の計数率(cps)} \\ \text{SCA(Tl): Tl-208 エネルギー領域(2.51~3MeV)の計数率(cps)} \\ a, b, c : 1時間値を用いた重回帰分析により求めた定数 \end{array} \right)$$

$$\text{推定人工線量率(nGy/h)} = \text{空間放射線量率(nGy/h)} - \text{推定自然線量率(nGy/h)} \cdots \text{式(3)}$$

注1 K.Kumagai, H.Ookubo and H.Kimura, "Discrimination between natural and other gamma ray sources from environmental gamma ray dose rate monitoring data" Radiation Protection Dosimetry, **167**,293-297(2015)

注2 環境放射線モニタリング指針(平成20年3月原子力安全委員会)解説I参照

② RPLD の測定結果に基づく算出

積算線量については、四半期ごとの測定結果に施設寄与が認められた場合、その測定値から原則として過去 5 年間の第 1～第 3 四半期の施設寄与が認められない測定値の平均値をバックグラウンドとして差し引き、1 年間分積算した値に 0.8 を乗じて実効線量を算出する(式(4))。ただし、第 4 四半期については積雪の状況を考慮してバックグラウンドを推定する。

$$\text{実効線量(mSv)} = \Sigma(\text{施設寄与分の積算線量}(\mu\text{ Gy})[\text{四半期}]) \times 0.8(\text{Sv/Gy})/10^3(\mu\text{ Sv/mSv}) \cdots \text{式(4)}$$

2) β 線による実効線量

六ヶ所再処理施設の安全審査におけるクリプトン-85 からの β 線による実効線量の算出方法に準じ、 β 線ガスモニタによる大気中の気体状 β 放射能濃度(1 時間値)を 1 年間分すべて積算し、これに皮膚の等価線量係数、体表面積の平均化係数及び組織加重係数を乗じて実効線量を算出する(式(5))。気体状 β 放射能濃度は、気体状 β 放射能計数率からバックグラウンド計数率を差し引き、クリプトン濃度換算係数を乗じて算出する(式(6))。バックグラウンド計数率は、原則として気体状 β 放射能計数率の推移のベースラインに相当する 1 年間の最頻値とする。

$$\text{実効線量(mSv)} = \underbrace{\Sigma(\text{気体状 } \beta \text{ 放射能濃度(kBq/m}^3))}_{\substack{\text{正負すべての} \\ \text{積算値(kBq/m}^3)}} \times A/365(\text{day/y})/24(\text{h/day}) \times 10^3(\text{mSv/Sv}) \times 10^3(\text{Bq/kBq}) \times B \times C \cdots \text{式(5)}$$

$$\text{気体状 } \beta \text{ 放射能濃度(kBq/m}^3) = (\text{気体状 } \beta \text{ 放射能計数率(s}^{-1}) - \text{バックグラウンド計数率(s}^{-1})) \times K \times 10^{-3}(\text{kBq/Bq}) \times 10^6(\text{m}^3/\text{cm}^3) \cdots \text{式(6)}$$

A:クリプトン-85 の β 線による皮膚等価線量係数 ^{注3} (4.1×10^{-7} (Sv/y)/(Bq/m ³))
B:体表面積の平均化係数 ^{注3} (1)
C:皮膚の組織加重係数 ^{注3} (0.01)
K:クリプトン濃度換算係数(Bq \cdot cm ⁻³ /s ⁻¹) (測定器ごとにクリプトン-85 標準ガスを用いて決定)

(2) 内部被ばくによる預託実効線量

1) 対象試料

① 原子燃料サイクル施設

大気浮遊じん、大気、水道水、精米、ハクサイ、キャベツ、ダイコン、ナガイモ、バレイショ、牛乳(原乳)、ワカサギ、シジミ、ヒラメ、コンブ、ホタテ、ヒラツメガニ、イカ、アワビ、ウニ等

② 東通原子力発電所

大気浮遊じん、大気、水道水、井戸水、精米、ハクサイ、ダイコン、キャベツ、バレイショ、アブラナ、牛乳(原乳)、牛肉、ヒラメ、カレイ、アイナメ、ウスメバル、コウナゴ、コンブ、ホタテ、アワビ、タコ、ウニ等

2) 対象核種

① 原子燃料サイクル施設

⁵⁴Mn、⁶⁰Co、¹⁰⁶Ru、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹⁴⁴Ce、³H、¹⁴C、⁹⁰Sr、¹³¹I、²³⁹⁺²⁴⁰Pu、U

② 東通原子力発電所

⁵⁴Mn、⁵⁹Fe、⁵⁸Co、⁶⁰Co、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、³H、⁹⁰Sr、¹³¹I

注 3

係数 A: D.C.Kocher, "Dose-Rate Conversion Factors for External Exposure to Photons and Electrons", NUREG/CR-1918, ORNL/NUREG-79(1981)

係数 B: 「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量評価について」(平成元年 3 月原子力安全委員会了承、一部改訂平成 13 年 3 月原子力安全委員会) 原子炉安全基準専門部会報告書

係数 C: "1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection", ICRP Publication 60 (1991)

各試料の対象核種は、「原子燃料サイクル施設に係る環境放射線等モニタリング基本計画」及び「東通原子力発電所に係る環境放射線モニタリング実施計画」による。

3) 預託実効線量の算出

成人を対象とし、対象試料中の放射性核種測定結果から式(7)及び式(8)により、食品等の種類ごと及び核種ごとに1年間の経口摂取又は吸入摂取による預託実効線量を算出し、それぞれを合算する。この際、測定結果から求めた核種濃度の食品等を1年間継続して摂取したこととする。

$$\text{預託実効線量 (mSv)} = \text{年間の核種摂取量 (Bq)} \times \text{実効線量係数 (mSv/Bq)} \quad \dots \text{式(7)}$$

$$\begin{aligned} \text{年間の核種摂取量 (Bq)} &= \text{施設に起因する核種濃度 (食品等の種類ごと)} \\ &\quad \times \text{食品等の1日の摂取量} \times \text{食品等の摂取日数} \quad \dots \text{式(8)} \end{aligned}$$

食品等の1日の摂取量	: 別表1に示す。
食品等の摂取日数	: 原則として365日とする。
実効線量係数	: 別表2に示す。

4) 施設に起因する核種濃度算出方法

環境試料中の放射性核種濃度に施設寄与が認められた場合には、別表1に示す食品等の種類ごとに次の①～⑦のとおり核種濃度を算出する。この際、「ND」は定量下限値として計算に用いる。

① 米、葉菜及び根菜・いも類における核種濃度

これらの食品等に該当する環境試料は、年1回採取していることから、食品等の種類ごとにそれぞれ最も高い測定値を核種濃度として用いる。ただし、トリチウムについては⑥、炭素-14については⑦のとおりとする。

② 海水魚における核種濃度

海水魚に該当する環境試料は、年1回採取していることから、最も高い測定値を核種濃度として用いる。ただし、トリチウムについては⑥のとおりとする。

③ 淡水魚、無脊椎動物(海水産)、無脊椎動物(淡水産)、海藻類及び牛肉における核種濃度

これらの食品等に該当する環境試料は、年1回採取していることから、食品等の種類ごとにそれぞれ最も高い測定値を核種濃度として用いる。

④ 牛乳における核種濃度

牛乳は、年4回採取していることから、四半期ごとの全採取地点の最大値を年間で平均した値を核種濃度として用いる。ただし、トリチウムについては⑥のとおりとする。

⑤ 飲料水及び空気における核種濃度

これらの環境試料は、週1回～年4回採取しており、基本的にその地域で摂取されることから、採取地点ごとに年間平均値を求め、それぞれ最も高い値を核種濃度として用いる。ただし、トリチウムについては⑥のとおりとする。

⑥ 米、葉菜、根菜・いも類、海水魚、牛乳、飲料水及び空気中トリチウム濃度

これらの食品等のトリチウム濃度については、次のア及びイのとおり算出する。

ア 米、葉菜、根菜・いも類、海水魚及び牛乳

食品中トリチウムについては、式(9)を用いて核種濃度を算出する。食品中の水素の質量割合は自由水及び有機物を合計したものであり、実効線量係数は数値の大きい有機物の値を用いる。

米、葉菜、根菜・いも類及び牛乳については、大気中水蒸気状トリチウム濃度に施設寄与が認められた場合、これらの環境試料に移行することが考えられるため、環境試料中の自由水及び有機物のトリチウム比放射能が大気中水分の比放射能と等しくなるものと仮定して食品等の

種類ごとに算出する。式(9)のトリチウム濃度は大気中水分のトリチウム測定結果から次のイで求めた年間平均値の最大値を用いる。

海水魚については、ヒラメ等の自由水トリチウムの最も高い測定値を式(9)のトリチウム濃度として用いる。食品中トリチウムの核種濃度は自由水と有機物のトリチウムを合わせたものであり、有機物のトリチウム比放射能が自由水に等しいと仮定して算出する。

$$\begin{aligned} \text{食品中トリチウムの核種濃度 (Bq/kg)} \\ = (\text{トリチウム濃度 (Bq/L)} / \text{水 1L 当たりの水素量 (kg/L)}) \\ \times \text{食品中の水素の質量割合} \quad \dots \text{式(9)} \end{aligned}$$

$$\left[\begin{array}{ll} \text{水 1L 当たりの水素量} & : 1 \times 2 / 18 = 0.11 \text{ (kg/L)} \\ \text{食品中の水素の質量割合} & : \text{別表 3 に示す。} \end{array} \right]$$

イ 飲料水及び空気

これらの環境試料については、採取地点ごとに年間平均値を求め、それぞれ最も高い値をトリチウム濃度として用いる。飲料水中ではほとんどのトリチウムが水の形で存在することから実効線量係数は水の値を用いる。また、空気中のトリチウムの化学形については、主に水、水素及び炭化水素が考えられるが、実効線量係数は最も大きい水の値を用いる。

大気中水蒸気状トリチウムの吸入摂取については、皮膚からの吸収分(呼吸による吸収分の0.5倍)を加算する。

⑦ 米、葉菜及び根菜・いも類中の炭素-14 濃度

炭素-14 については、放射能濃度に比べ比放射能に施設寄与がより明確に認められることから、比放射能の施設寄与分から式(10)により放射能濃度の施設寄与分を求める。食品等の種類ごとに求めた施設寄与分の放射能濃度の最大値を預託実効線量の算出に用いる。

$$\begin{aligned} \text{施設寄与分の炭素-14 濃度 (Bq/kg)} &= \text{放射能濃度測定値 (Bq/kg 生)} \\ &\times (\text{施設寄与分の比放射能 (Bq/g 炭素)} / \text{比放射能測定値 (Bq/g 炭素)}) \quad \dots \text{式(10)} \end{aligned}$$

5) 施設寄与分を見積もるためのバックグラウンドの差し引き

① セシウム-137、ストロンチウム-90、プルトニウム等

過去 3 年間のモニタリング結果に定量下限値以上の測定値がある環境試料については、対象施設からの寄与が認められない測定値の平均値をバックグラウンドとして差し引く。

② 炭素-14

炭素-14 は、比放射能について施設寄与の弁別を行う。過去 3 年間の施設寄与が認められない測定値が得られる場合は、その平均値をバックグラウンドとして差し引く。これが難しい場合は、それ以前の施設寄与が認められない測定値を用いて求めた炭素-14 の減衰曲線から、当該年度の炭素-14 のバックグラウンドを推定し、これを差し引く。

3. 実効線量の表示方法

(1) 単位はミリシーベルト(mSv)とする。

(2) 外部被ばくによる実効線量、内部被ばくによる預託実効線量及びこれらを合計した実効線量は、小数第 3 位を四捨五入し小数第 2 位までの値を記載する。

ただし、外部被ばくによる実効線量の下限値及び内部被ばくによる預託実効線量の下限値を 0.01mSv、合計した実効線量の下限値を 0.02mSv とし、算出した実効線量が下限値未満の場合は下限値に「<」を付して記載する。

4. その他

本要領については、今後、必要に応じ適宜検討を加える。

別表1 食品等の1日の摂取量(成人)

食品等の種類	1日の摂取量	該当する環境試料
米	320 g	精米
葉 菜	370 g	ハクサイ、キャベツ、アブラナ
根 菜 ・ い も 類	230 g	ダイコン、ナガイモ、パレイショ
海 水 魚	200 g	ヒラメ、カレイ、アイナメ、ウスメバル、コウナゴ等
淡 水 魚	30 g	ワカサギ
無脊椎動物(海水産)	80 g	ホタテ、ヒラツメガニ、イカ、アワビ、タコ、ウニ等
無脊椎動物(淡水産)	10 g	シジミ
海 藻 類	40 g	コンブ等
牛 乳	0.25 ㍓	牛乳(原乳)
牛 肉	20 g	牛肉
飲 料 水	2.65 ㍓	水道水、井戸水
空 気	22.2 m ³	大気浮遊じん、大気

- ・「線量評価における食品等の摂取量について」(平成17年度第4回青森県原子力施設環境放射線等監視評価会議評価委員会(平成18年1月24日開催)提出資料)による。
- ・大気:水蒸気状トリチウムの場合は、ICRP Publication 71により、皮膚からの吸収分(呼吸による吸収分の0.5倍)を加算する。

別表2 1 Bq を経口又は吸入摂取した場合の成人の実効線量係数

(単位:mSv/Bq)

核種	経口摂取	吸入摂取	備考
^{54}Mn	7.1×10^{-7}	1.5×10^{-6}	
^{59}Fe	1.8×10^{-6}	4.0×10^{-6}	
^{58}Co	7.4×10^{-7}	2.1×10^{-6}	
^{60}Co	3.4×10^{-6}	3.1×10^{-5}	
^{106}Ru	7.0×10^{-6}	6.6×10^{-5}	
^{134}Cs	1.9×10^{-5}	9.1×10^{-6}	
^{137}Cs	1.3×10^{-5}	9.7×10^{-6}	
^{144}Ce	5.2×10^{-6}	5.3×10^{-5}	
^3H	1.8×10^{-8} (水)	1.8×10^{-8} (水)	飲料水及び空気
	4.2×10^{-8} (有機物)		米、葉菜、根菜・いも類、海水魚及び牛乳
^{14}C	5.8×10^{-7}		
^{90}Sr	2.8×10^{-5}	3.6×10^{-5}	
U	4.9×10^{-5}	9.4×10^{-3}	
$^{239+240}\text{Pu}$	2.5×10^{-4}	5.0×10^{-2}	
^{131}I	1.6×10^{-5}	1.5×10^{-5}	

- ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{90}Sr 及び $^{239+240}\text{Pu}$ の吸入摂取については、ICRP Publication 72 に示されているものうち、タイプ M の値を用いた。
- U の経口摂取及び吸入摂取については、ICRP Publication 72 に示されている ^{234}U 、 ^{235}U 、 ^{238}U のうち、最も大きな値を用いた。
- 上記以外の値は「環境放射線モニタリング指針(平成20年3月 原子力安全委員会)」による。
- ただし、分析方法等から化学形等が明らかでない場合には、原則として ICRP Publication 72 などから当該化学形等に相当する実効線量係数を使用する。

別表3 食品等の水素の質量割合

食品等の種類	該当する環境試料	水素の質量割合
米	精米	0.066
葉菜	ハクサイ、キャベツ、アブラナ	0.11
根菜・いも類	ダイコン、ナガイモ、バレイショ	0.10
海水魚	ヒラメ等	0.10
牛乳	牛乳(原乳)	0.11

- 水素の質量割合は、「再処理事業所 再処理事業変更許可申請書及びその添付書類」(平成17年9月29日許可)から引用した。ただし、海水魚については、調査研究事業で実施したヒラメの組織自由水量と燃焼水量の実測値から算出した20検体分(平成22年度～平成26年度)の平均値を用いた。

4. 自然放射線等による線量算出要領

ま え が き

青森県では、六ヶ所再処理工場における使用済燃料を用いた総合試験（アクティブ試験）の開始を前に、平成 17 年度第 4 回青森県原子力施設環境放射線等監視評価会議において「六ヶ所再処理工場の操業と線量評価について」等の議案が審議され、施設起因の線量を推定・評価するための県の基本的な考え方について了承された。

その中で、これまで本要領に基づき算出してきた自然放射線等による実効線量については、施設起因の線量の比較参考データとして引き続き算出していくこととしており、また、平成 17 年 12 月に営業運転を開始した東通原子力発電所についても、同様に自然放射線等による実効線量を算出することとしている。

これらを踏まえ、東通原子力発電所に係る対象核種を追加するとともに、本要領に基づき自然放射線等による実効線量の算出を行うことを明確にするため、本要領の名称を「自然放射線等による線量算出要領」に変更した。

また、県が平成 15～16 年度に六ヶ所村、東通村及びその周辺市町村において実施した食品摂取量調査結果等をもとに、食品等の 1 日の摂取量の見直しを行うとともに、原子燃料サイクル施設に係る環境放射線等モニタリングにおいて、積算線量の測定を平成 17 年度に熱ルミネセンス線量計（TLD）から蛍光ガラス線量計（RPLD）に変更したことから、併せて所要の改訂を行った。

平成 18 年 4 月 青森県原子力センター

平成 13 年度版

ま え が き

「環境放射線モニタリングに関する指針」（以下「モニタリング指針」という。）は、平成 12 年 8 月に、「必要に応じてウラン又はプルトニウムによる骨表面又は肺の等価線量を算定する」等、原子力緊急事態の発生への対応、研究炉、核燃料関連施設における事故への対応等に留意した改訂が行われ、平成 13 年 3 月には、国際放射線防護委員会（ICRP）1990 年勧告の取入れに伴う関係法令の改正に合わせ「線量当量」から「線量」に変更するなどの用語の変更とともに、内部被ばくに係る線量係数（Sv/Bq）の変更に伴う改訂等が行われた。

以上をふまえ、「原子燃料サイクル施設に係る環境放射線等モニタリング結果の評価方法」及び「測定結果に基づく線量当量算出要領」を改訂した。

平成 13 年 7 月 原子力安全対策課

平成 6 年度版

ま え が き

第 1 回原子燃料サイクル施設に係る環境放射線等監視連絡会議*（平成元年 8 月 10 日開催）において、「原子燃料サイクル施設に係る環境放射線等モニタリング構想、基本計画及び実施要領（平成元年 3 月策定（平成 5 年 3 月改訂）、青森県）」の考え方に基づく「原子燃料サイクル施設に係る環境放射線等モニタリング結果の評価方法」（以下、「評価方法」という。）の審議を始め、その後検討を重ねた結果、第 4 回会議（平成 2 年 4 月 24 日開催）において、「評価方法」が決定された。また、外部への分析委託のなくなる平成 5 年度からの適用をめざして、定量下限値（試料、核種ごとに分析の精度を担保するために定めた定量の下限値）が、第 15 回会議（平成 5 年 2 月 15 日開催）にて決定された。

そこで、「評価方法」に基づく線量当量を算出するにあたって更に具体的事項を整理して、ここに「測定結果に基づく線量当量算出要領」としてまとめたものである。

なお、原子燃料サイクル施設のうちウラン濃縮工場及び低レベル放射性廃棄物埋設センターは、平常時運転において放射性物質を放出する可能性が極めて小さい施設であり、環境放射線等モニタリングの測定結果により、これを確認し評価してきている。したがって、これら施設に起因する実効線量当量を評価する必要はない。一方、再処理施設や原子力発電所は、平常時運転において、ごくわずかであるが、放射性物質を放出する施設であることから、これら施設に起因する公衆の実効線量当量を推定・評価し、自然放射線等による実効線量当量と比較検討することは意義のあることである。

以上の観点から、今後、本要領により、自然放射線等による実効線量当量を算出していくこととする。

平成 6 年 4 月 青森県環境保健部原子力環境対策室

* 組織の拡充に伴い、平成 2 年 8 月 10 日に「原子燃料サイクル施設に係る環境放射線等監視評価会議」に名称を変更した。

自然放射線等による線量算出要領

平成 6年 4月策定
平成 13年 7月改訂
平成 18年 4月改訂

1. 目的

『原子燃料サイクル施設に係る環境放射線等モニタリング結果の評価方法』及び『東通原子力発電所に係る環境放射線モニタリング結果の評価方法』に基づき推定・評価する施設起因の線量と比較するため、自然放射線等による線量を算出することとし、その算出方法を定めるものである。

2. 外部被ばくによる実効線量

- (1) 評価対象期間中の蛍光ガラス線量計 (RPLD) による積算線量測定結果から、地点毎に年間積算線量 (Gy) を求める。
- (2) 年間積算線量から対照用 RPLD の年間積算線量 (宇宙線成分及び RPLD の自己照射の寄与分に相当) を差し引く。
- (3) 対照用 RPLD の測定結果に欠測があった場合は、適切な過去の測定結果を用いる。
- (4) その結果に、換算係数 0.8 (Sv/Gy) を乗じて、地点毎の実効線量を算出する。

3. 内部被ばくによる預託実効線量

(1) 対象試料

① 原子燃料サイクル施設

大気浮遊じん、大気、水道水、農畜産物 (精米、野菜、牛乳)、淡水産食品 (ワカサギ、シジミ等)、海産食品 (ヒラメ、コンブ、ホタテ、ヒラツメガニ、イカ、アワビ、ウニ等)

② 東通原子力発電所

大気浮遊じん、大気、水道水、井戸水、農畜産物 (精米、野菜、牛乳、牛肉)、海産食品 (ヒラメ、ウスメバル、コンブ、ホタテ、アワビ、タコ、ウニ等)

(2) 対象核種

① 原子燃料サイクル施設

^{54}Mn 、 ^{60}Co 、 ^{106}Ru 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{144}Ce 、 ^3H 、 ^{14}C 、 ^{90}Sr 、 ^{131}I 、 $^{239+240}\text{Pu}$ 、U

② 東通原子力発電所

^{54}Mn 、 ^{59}Fe 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^3H 、 ^{90}Sr 、 ^{131}I

ただし、各試料に対する対象核種は、「原子燃料サイクル施設に係る環境放射線等モニタリング基本計画(平成元年 3月策定(平成 17年 10月改訂)、青森県)」及び「東通原子力発電所に係る環境放射線モニタリング実施計画(平成 15年 2月策定(平成 17年 10月改訂)、青森県)」による。

上記以外の人工放射性核種が検出された場合は、当該人工放射性核種も対象とする。

(3) 預託実効線量の算出

成人を対象とし、当該年度における対象試料中の放射性核種測定結果及び実効線量係数から別式により、測定結果の平均値を用いて食品等の種類毎及び核種毎に 1年間の経口摂取又は吸入摂取による預託実効線量を算出し、それぞれを合算する。

(注) 必要があれば放射性ヨウ素による甲状腺の等価線量、ウラン又はプルトニウムによる骨表面又は肺の等価線量を算出する。

4. 実効線量の表示方法及び集計方法

- (1) ミリシーベルト単位 (mSv) で外部被ばくによる実効線量については小数第 4位を四捨五入し、小数第 3位までの値を、内部被ばくによる預託実効線量については小数第 5位を四捨五入し、小

数第 4 位までの値をそれぞれ記載する。

- (2) 内部被ばくによる預託実効線量についての計算結果が、0.00005 ミリシーベルト未満の場合は、「NE」と表示する。
- (3) 対象期間内の測定結果の平均値が「ND」（定量下限値未満）の場合の預託実効線量は、「NE」と表示する。
- (4) 内部被ばくによる預託実効線量の計を求める場合は、「NE」を加算しない。
- (注)放射性ヨウ素による甲状腺の預託等価線量、ウラン又はプルトニウムによる骨表面又は肺の預託等価線量についても同様とする。

(別 式)

$$\text{預託実効線量 (mSv)} = [\text{年間の核種摂取量 (Bq)}] \times [\text{実効線量係数 (mSv/Bq)}]$$

$$\begin{aligned} \text{年間の摂取量(Bq)} = & [\text{対象期間内の測定結果の平均値(食品等の種類毎)}] \\ & \times [\text{食品等の 1 日の摂取量}] \times [\text{対象期間内摂取日数}] \end{aligned}$$

対象期間内の測定結果の平均値

食品等の種類毎に対象核種毎の測定値を単純平均する。測定値に「ND」が含まれる場合は、「ND」を定量下限値として算出する。

ただし、全ての測定値が「ND」場合の平均値は「ND」とする。

食品等の 1 日の摂取量；別表 1 に示す。

摂取期間内摂取日数；原則として「365」日とする。

実効線量係数：別表 2 に示す。

(甲状腺の等価線量に係る線量係数は別表 3 に示す。なお、ウラン又はプルトニウムによる骨表面又は肺の等価線量を算出する場合に必要な線量係数は、ICRP Publication 71などを参考とする)

別表 1 食品等の 1 日の摂取量 (成人)

食品等の種類	1 日の摂取量	該 当 す る 環 境 試 料	備 考
米	320 g	精 米	
葉 菜	370 g	ハクサイ、キャベツ、アブラナ等	
根 菜 ・ い も 類	230 g	ダイコン、ナガイモ、パレイショ等	
海 水 魚	200 g	ヒラメ、ウスメバル、コウナゴ等	
淡 水 魚	30 g	ワカサギ等	
無脊椎動物(海水産)	80 g	ホタテ、ヒラツメガニ、イカ、アワビ、ウニ、タコ等	
無脊椎動物(淡水産)	10 g	シジミ等	
海 藻 類	40 g	コンブ等	
牛 乳	0.25 l	牛 乳 (原乳)	
牛 肉	20 g	牛 肉	
飲 料 水	2.65 l	水道水、井戸水	
空 気	22.2 m ³	大気浮遊じん、大 気	

・ 「線量評価における食品等の摂取量について」(平成 17 年度第 4 回青森県原子力施設環境放射線等監視評価会議評価委員会(平成 18 年 1 月 24 日開催)提出資料)による。

・ 大気：水蒸気状トリチウムの場合は、ICRP Publication 71により、皮膚からの吸収分(呼吸による吸収分の 0.5 倍)を加算する。

別表2 1 Bq を経口又は吸入摂取した場合の成人の実効線量係数

(単位：mSv/Bq)

核 種	経 口 摂 取	吸 入 摂 取	備 考
⁵⁴ Mn	7.1×10^{-7}	1.5×10^{-6}	
⁵⁹ Fe	1.8×10^{-6}	4.0×10^{-6}	
⁵⁸ Co	7.4×10^{-7}	2.1×10^{-6}	
⁶⁰ Co	3.4×10^{-6}	3.1×10^{-5}	
¹⁰⁶ Ru	7.0×10^{-6}	6.6×10^{-5}	
¹³⁴ Cs	1.9×10^{-5}	9.1×10^{-6}	
¹³⁷ Cs	1.3×10^{-5}	9.7×10^{-6}	
¹⁴⁴ Ce	5.2×10^{-6}	5.3×10^{-5}	
³ H	1.8×10^{-8}	1.8×10^{-8}	
¹⁴ C	5.8×10^{-7}		
⁹⁰ Sr	2.8×10^{-5}	3.6×10^{-5}	
U	4.9×10^{-5}	9.4×10^{-3}	
²³⁹⁺²⁴⁰ Pu	2.5×10^{-4}	5.0×10^{-2}	
¹³¹ I	1.6×10^{-5}	1.5×10^{-5}	

- ・ ¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、⁹⁰Sr 及び ²³⁹⁺²⁴⁰Pu の吸入摂取については、ICRP Publication 72 に示されているもののうち、タイプ M の値を用いた。
- ・ ³H の経口摂取、吸入摂取については、ICRP Publication 72 に示されているもののうち、水に対応する値を用いた。
- ・ U の経口摂取、吸入摂取については、ICRP Publication 72 に示されている ²³⁴U、²³⁵U、²³⁸U のうち、最も大きな値を用いた。
- ・ 上記以外の値は「環境放射線モニタリングに関する指針（平成13年3月 原子力安全委員会）」による。
- ・ ただし、分析方法等から化学形等が明らかな場合には、原則として ICRP Publication 72 などから当該化学形等に相当する実効線量係数を使用する。

別表3 1 Bq を経口又は吸入摂取した場合の成人の甲状腺の等価線量に係る線量係数

(単位：mSv/Bq)

核 種	経 口 摂 取	吸 入 摂 取	備 考
¹³¹ I	3.2×10^{-4}	2.9×10^{-4}	

- ・ 「環境放射線モニタリングに関する指針（平成13年3月 原子力安全委員会）」による。

参考 定量下限値を用いて算出した場合の成人の預託実効線量

定量下限値を用いて食品の種類毎及び核種毎に1年間の経口摂取又は吸入摂取による預託実効線量を算出した結果を下表に示す。

各々の算出結果及び合計した値は法令で定める周辺監視区域外線量限度 1 mSv/年（実効線量）を十分下回っている。

(1) 原子燃料サイクル施設 (mSv)

食品等の種類	⁵⁴ Mn	⁶⁰ Co	¹⁰⁶ Ru	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹⁴⁴ Ce	³ H	¹⁴ C	⁹⁰ Sr	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu	U	¹³¹ I	備考
米	NE	0.0002	0.0033	0.0009	0.0006	0.0009	—	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	—	
葉菜	NE	0.0002	0.0038	0.0010	0.0007	0.0011	—	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	—	
根菜・いも類	NE	0.0001	0.0024	0.0006	0.0004	0.0007	—	0.0001	0.0001	NE	0.0001	—	
海水魚	NE	0.0001	0.0020	0.0006	0.0004	0.0006	NE	—	0.0001	NE	—	—	
淡水魚	NE	NE	0.0003	0.0001	0.0001	0.0001	—	—	NE	NE	NE	—	
無脊椎動物(海水産)	NE	NE	0.0008	0.0002	0.0002	0.0002	—	—	NE	NE	—	—	
無脊椎動物(淡水産)	NE	NE	0.0001	NE	NE	NE	—	—	NE	NE	—	—	
海藻類	NE	NE	0.0004	0.0001	0.0001	0.0001	—	—	NE	NE	—	—	
牛乳	NE	0.0001	0.0026	0.0007	0.0005	0.0007	—	—	0.0001	—	0.0001	—	
飲料水	NE	NE	0.0004	0.0001	0.0001	0.0002	NE	—	NE	NE	—	—	
空気	NE	NE	0.0001	NE	NE	NE	NE	—	NE	0.0001	NE	NE	
計	NE	0.0007	0.0162	0.0043	0.0031	0.0046	NE	0.0004	0.0006	0.0003	0.0004	NE	

合計 0.0306 mSv

(2) 東通原子力発電所 (mSv)

食品等の種類	⁵⁴ Mn	⁵⁹ Fe	⁵⁸ Co	⁶⁰ Co	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	³ H	⁹⁰ Sr	¹³¹ I	備考
米	NE	0.0002	NE	0.0002	0.0009	0.0006	—	0.0001	—	
葉菜	NE	0.0002	NE	0.0002	0.0010	0.0007	—	0.0002	0.0009	
根菜・いも類	NE	0.0001	NE	0.0001	0.0006	0.0004	—	0.0001	—	
海水魚	NE	0.0001	NE	0.0001	0.0006	0.0004	—	0.0001	—	
無脊椎動物(海水産)	NE	NE	NE	NE	0.0002	0.0002	—	NE	—	
海藻類	NE	NE	NE	NE	0.0001	0.0001	—	NE	0.0001	
牛乳	NE	0.0001	NE	0.0001	0.0007	0.0005	—	0.0001	0.0006	
牛肉	NE	NE	NE	NE	0.0001	NE	—	NE	—	
飲料水	NE	NE	NE	NE	0.0001	0.0001	NE	—	—	
空気	NE	NE	NE	NE	NE	NE	—	—	0.0024	
計	NE	0.0007	NE	0.0007	0.0043	0.0030	NE	0.0006	0.0040	

合計 0.0133 mSv

付

平成 27 年度第 1 四半期報

付 1 吹越局の大気浮遊じん中の全 α 放射能測定結果について

付 2 近川局における大気浮遊じん中の放射能測定値の低下について

平成 27 年度第 2 四半期報

付 3 河川水(二又川下流)の全ウラン濃度(平成 27 年度第 2 四半期)について

平成 27 年度第 3 四半期報

付 4 空間放射線測定結果(平成 27 年度第 3 四半期)について

付 5 モニタリングステーション青森局における大気浮遊じん中の放射能測定値の低下について

平成 27 年度第 4 四半期報

付 6 機器更新に係る空間放射線量率測定値について
(原子燃料サイクル施設分)

付 7 機器更新に係る空間放射線量率測定値について
(東通原子力発電所分)

付 8 平常の変動幅の設定について
－ 東京電力(株)福島第一原子力発電所事故の影響により平常の変動幅を上回った測定値の取扱い －

平成 27 年度第 4 回青森県原子力施設環境放射線等監視評価会議評価委員会提出資料

付 9 測定結果に基づく線量算出要領補足説明資料

吹越局の大気浮遊じん中の全α放射能測定結果について

1 はじめに

原子燃料サイクル施設に係る環境放射線モニタリングでは、大気浮遊じん中の全α放射能について、モニタリングステーションに設置したダストモニタで1週間集じん後、72 時間放置し、1時間測定を行っている。

平成 27 年度第 1 四半期における吹越局の大気浮遊じん中全α放射能測定値が、表1に示すとおり平常の変動幅を上回ったことから、その要因について検討を行った。

表 1 平常の変動幅を上回った測定値 (単位:mBq/m³)

測定局	採取期間	全α放射能	平常の変動幅
吹越	H27.4.27~H27.5.4	#0.28	* ~ 0.20

注) #は平常の変動幅を外れたことを示す。*は検出下限未満を示す。

2 検討結果

(1)全α放射能測定結果

原子燃料サイクル施設を対象としたモニタリングステーション9局の第1四半期の測定値の推移を図 1 に示す。平常の変動幅を上回った期間(4 月 27 日~5 月 4 日)を含む 4 月 20 日~5 月 4 日までの期間で、比較対照の青森局を含め広域的な全α放射能の上昇が見られた。

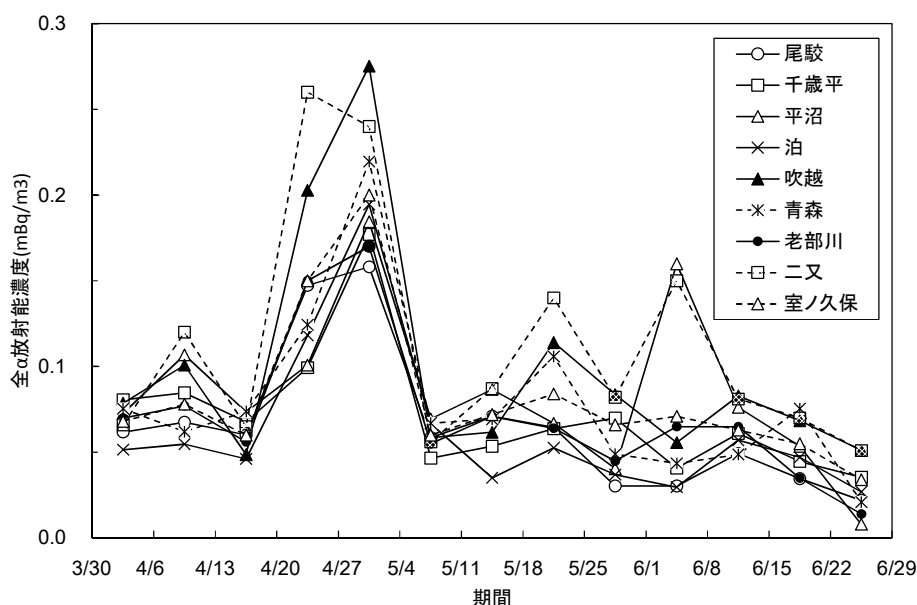


図 1 大気浮遊じん中の全α放射能濃度の推移(平成 27 年度第 1 四半期)

(2) 全 α 放射能／全 β 放射能比の変動状況

吹越局の平成 25 年度第 1 四半期から平成 27 年度第 1 四半期までの全 α 放射能／全 β 放射能比を図 2 に示す。例年第 1 四半期に当該放射能比が高くなる傾向が見られており、今期全 α 放射能が平常の変動幅を上回った期間(4 月 27 日～5 月 4 日)においても高くなっていることから、全 α 放射能の起源となる核種が多くなっていることがわかる。

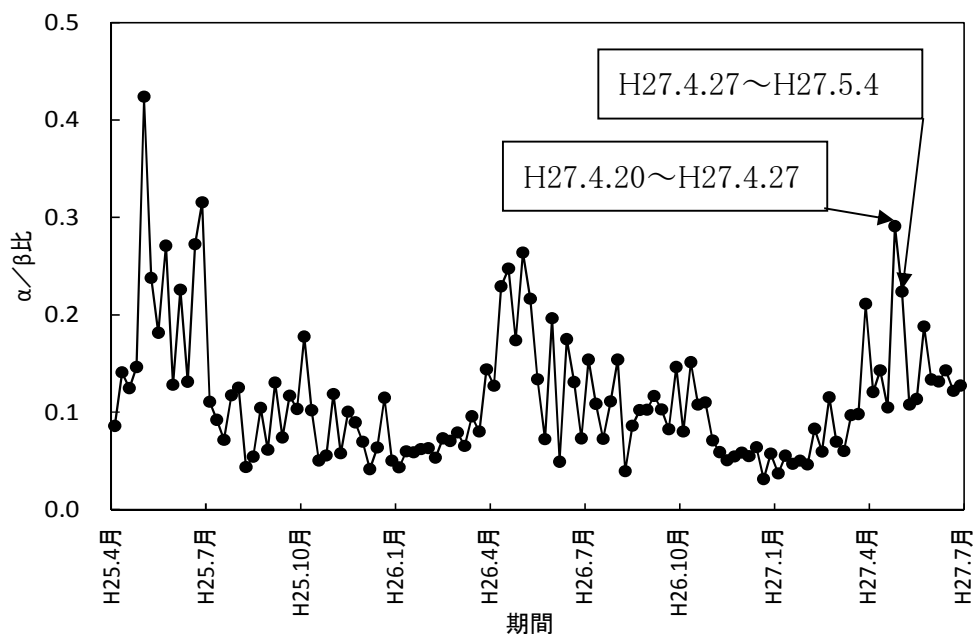


図 2 吹越局における大気浮遊じん中の α ／ β 比の推移
(平成 25 年度第 1 四半期～平成 27 年度第 1 四半期)

(3) プルトニウム-239+240 及びウランの分析結果

モニタリングステーションにおいて、1 週間集じんしたろ紙を 3 箇月分集積し、大気浮遊じん中の α 線を放出する核種であるプルトニウム-239+240(9 局)及びウラン(5 局)の分析を行っている。平成 27 年度第 1 四半期の分析結果は、すべて定量下限値未満であった。

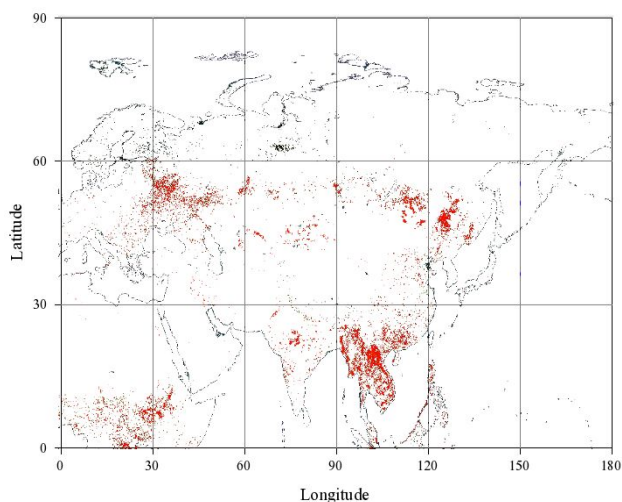
(4) 原子燃料サイクル施設の放出状況

原子燃料サイクル施設から α 線を放出する核種の有意な放出はなかった。

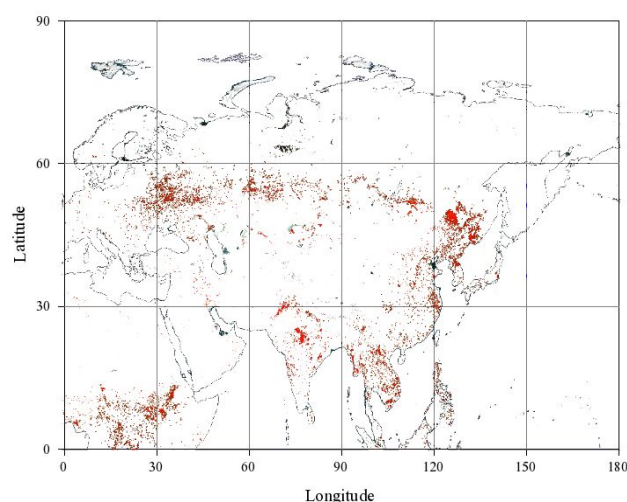
(5) 中国大陸からの α 線放出核種の流入の可能性

大気浮遊じん中の α 線を放出する核種としては、(3)の核種分析結果や全 α 放射能の測定条件を考慮すると、天然に存在するポロニウム-210(半減期:138 日)が考えられる。ポロニウム-210 は揮発性が高く、森林火災等により放出されることが知られている。本県においても平成 15 年に大気浮遊じん中全 α 放射能が特異的に上昇した事例があり、後方流跡線解析の結果、ロシア・バイカル湖付近で発生した大規模な森林火災による影響の可能性が大きいとの結論を得ている¹⁾。

平成 27 年 4 月 11 日から 4 月 30 日までの東アジア周辺の森林火災検知結果を図 3 に示す。この結果は、人工衛星に搭載した光学センサ(MODIS)を用いて観測した地表熱源からのエネルギー輻射をもとに、森林火災等に起因する熱の放射を示したもので、NASA(アメリカ航空宇宙局)がウェブ上で公開している(<http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/firemaps/>)。同期間に中国大陸東側等の広い範囲に高温を示す地域が分布している。



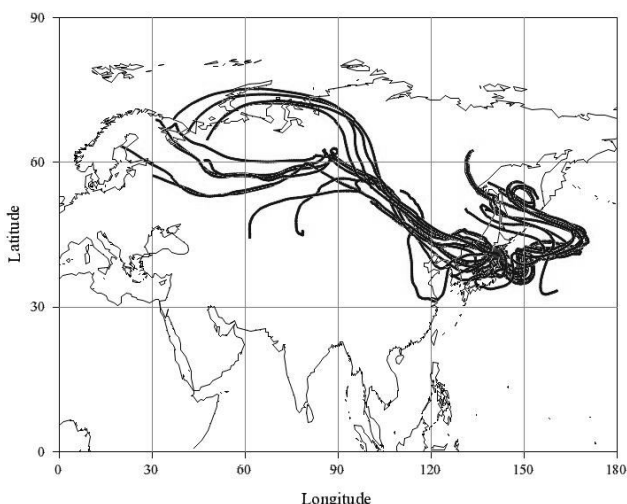
(ア)4月11日～4月20日



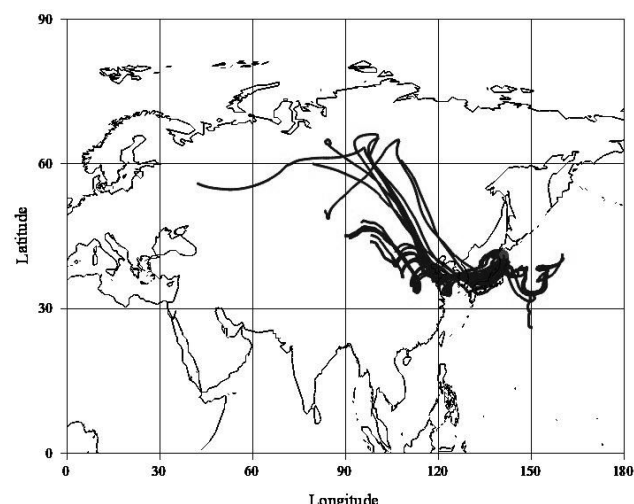
(イ)4月21日～4月30日

図3 東アジア周辺の森林火災検知結果

※黒い点が高温になっている地域を示す。



(ア)4月13日～4月20日



(イ)4月27日～5月4日

図4 後方流跡線解析結果

(吹越局起点、10日間追跡、6時間毎の流跡線)

これらの期間の大気の流れを推定するため、国立環境研究所地球環境センター(NIES-CGER)がウェブ上で公開している METEX オンラインシステムの解析結果を利用し (<http://db.cger.nies.go.jp/metex/trajectory.jp.html>)、(ア)全 α 放射能の上昇が見られていない期間(4月13日～4月20日)と(イ)全 α 放射能の上昇が見られ平常の変動幅を上回った期間(4月27日～5月4日)において吹越局を起点とした後方流跡線を6時間ごとに作成し図4に示す。流跡線の長さは10日間である。描画した流跡線の本数は、(ア)と(イ)で同じ29本であり、このうち中国大陸東側の森林火災の可能性のある地域を通過した流跡線の本数は、(ア)の期間の16本に対して(イ)の期間で24本と多くなっている。このことから、(イ)の期間には中国大陸での森林火災により放出されたポロニウム-210が多く流入した可能性が考えられる。

3 結 論

吹越局において4月27日～5月4日に採取した大気浮遊じん中の全 α 放射能測定値が平常の変動幅を上回ったが、当該期間に比較対照の青森局を含め広域的な全 α 放射能の上昇が見られていること、核種分析の結果、プルトニウム-239+240及びウランが定量下限値未満であったことなどから、天然放射性核種の自然変動によるものと考えられる。

なお、森林火災検知結果及び後方流跡線解析結果から、中国大陸での森林火災等により放出されたポロニウム-210が流入した可能性が考えられる。

4 参考文献

1) 木村秀樹, 高橋秀昭, 斉藤稔

保健物理, 43(1), 60～68(2008)「大気浮遊じん中全 α 及び全 β 放射能の起源の推定」

近川局における大気浮遊じん中の放射能測定値の低下について

1. はじめに

東通原子力発電所に係る環境放射線モニタリングでは、大気浮遊じん中の全β放射能について、ダストモニタで3時間集じん後10分間の測定を行っている。また、1箇月分の集じんしたろ紙を回収し、γ線放出核種分析を実施している。

近川局で集じんした5月及び6月の大気浮遊じん中のベリリウム-7濃度が他の2局(小田野沢局及び老部局)に比べて低い値となったため、調査を行ったところ、機器の不具合により試料採取が適切に行われていないことが判明したことから、その原因と対策及び測定値の取扱いについて以下のとおり検討した。

2. 大気浮遊じん中の放射能測定結果

(1)核種分析結果

東通原子力発電所に係るモニタリングステーション3局(小田野沢局、老部局、近川局)(以下「東通MS3局」という。)で集じんした大気浮遊じん中のベリリウム-7濃度を表1に、その推移を図1に示す。通常、東通MS3局の測定値はほぼ同じ値で推移しているが、近川局の5月及び6月の測定値が他の2局に比べて低い値であった。

表1 大気浮遊じん中の⁷Be測定結果 (mBq/m³)

採取地点	測定値			過去の測定値の範囲
	4月	5月	6月	
近川	2.9	2.4	0.7	1.0~6.0
小田野沢	3.0	3.6	2.6	0.8~5.6
老部	3.5	3.7	2.4	0.9~5.7

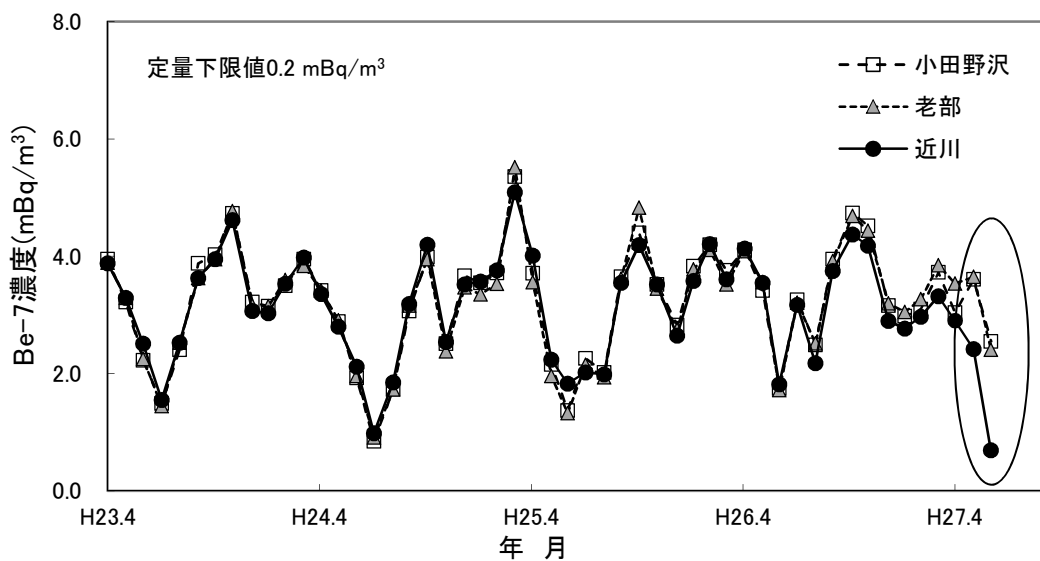


図1 東通MS3局における大気浮遊じん中⁷Be濃度の推移

(2) 全β放射能測定結果

東通 MS 3 局の全β放射能濃度を表 2 に、その推移を図 2 に示す。東通 MS 3 局の測定値は 4 月までは同じように推移しているが、近川局の測定値が 5 月中旬頃から他の 2 局に比べて低い値を示しはじめ、その低下傾向が徐々に大きくなっている。

表 2 大気浮遊じん中の全β放射能測定結果 (Bq/m³)

採取地点	測定値(平均)								
	4 月			5 月			6 月		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
近川	1.1	1.1	1.5	1.6	0.99	0.87	0.67	0.49	0.31
小田野沢	1.0	0.93	1.3	1.4	1.2	1.2	1.1	1.3	0.82
老部	0.96	0.92	1.3	1.2	1.2	1.3	0.92	1.0	0.70

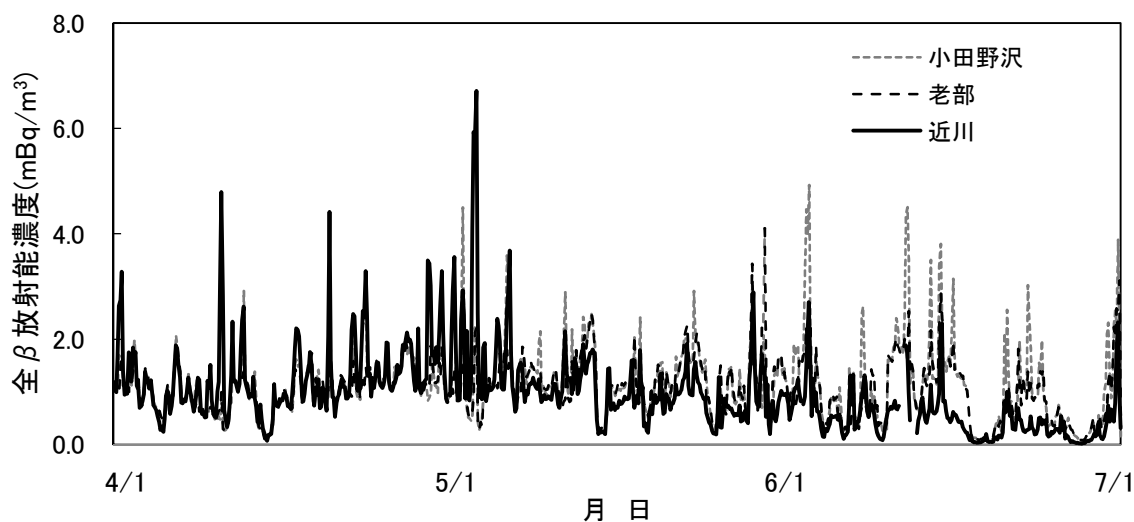


図2 東通MS 3局における全β放射能の推移

3. 原因と対策

(1) ダストモニタの状況

図 3 に、東通 MS 3 局におけるダストモニタの集じん圧力(以下「ダスト圧力」という。)の推移を示す。5 月 1 日以降、他の 2 局に比べ近川局の圧力が徐々に高くなっていることが確認された。

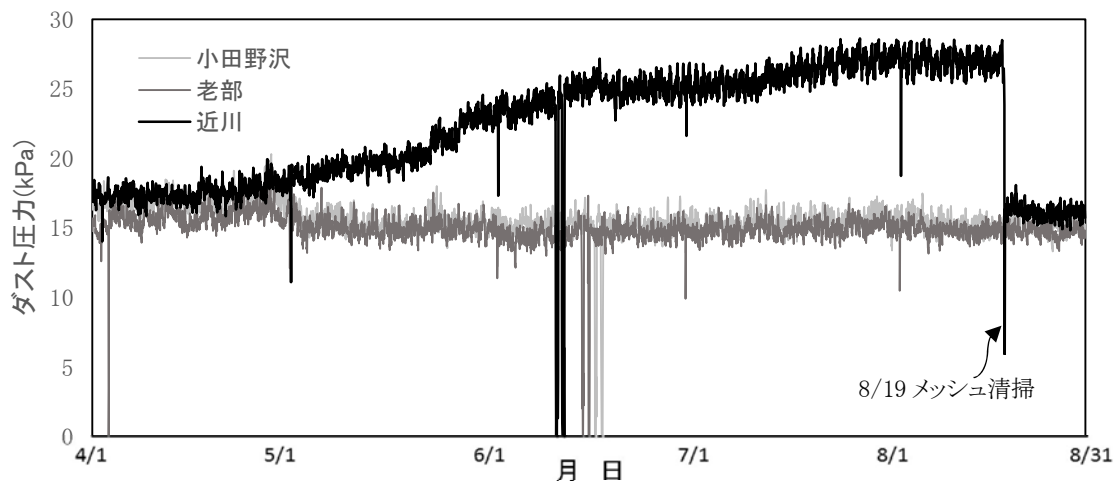


図 3 東通 MS 3 局におけるダスト圧力の推移

(2)原因調査

8月19日に現地調査を行った結果、吸気口に異物対策として取り付けられている2つのメッシュのうち、内側の細かいメッシュ全体に綿毛とホコリ等が付着していたことが判明したためこれを除去した。清掃前後の吸気口のメッシュの状況を図4に示す。メッシュの清掃後は、図3に示すとおり通常の圧力に戻り、その後も圧力は上昇していない。このため、ダスト圧力の上昇は、吸気口メッシュの目詰まりによるものと考えられる。

吸気口のメッシュがこのような状態であったため、大気浮遊じんの一部がメッシュに付着することにより損失し、ベリリウム-7濃度及び全β放射能濃度の低下が引き起こされたと考えられる。

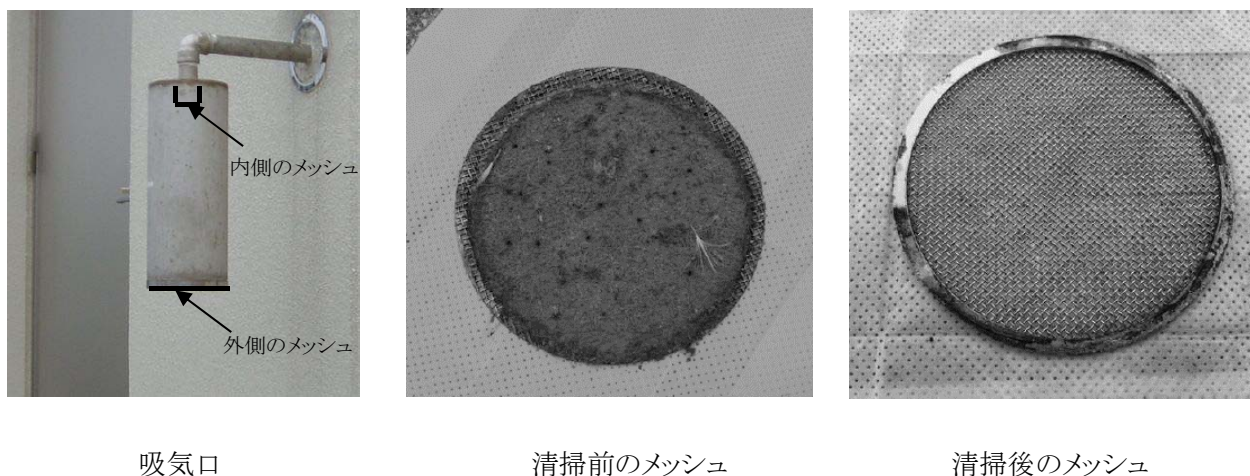


図4 清掃前後の吸気口のメッシュの状況

(3)今後の対策

- ① 吸気口のメッシュについては、6月11日に業者が保守点検として清掃を行っていたが不十分であった可能性があることから、再発防止策として、点検業者が実施している保守点検時の清掃を毎回ブラシで行うこと、点検報告の際に清掃前後の写真を提出することを指示するとともに、今後、点検要領書に反映させることとした。
- ② 現在、ダスト圧力、流量等について、前日0時から24時までの短期的な変動状況を毎日確認しているが、今回の不具合に気づけなかったことから、それに加え、数値の妥当性及び長期的なトレンドについても確認することとし、異常が疑われる場合には、速やかに現地確認を行うこととした。このことについて、マニュアルに追記した。
- ③ 核種分析について、分析結果がまとめ次第トレンドを確認していれば、早期に異常を把握できたと考えられることから、今後は全ての試料についてその都度トレンドを確認することとし、分析マニュアルにも反映させることとした。

4. 測定値の取扱いについて

(1)核種分析結果

図5に、大気浮遊じん中ベリリウム-7濃度について、東通MS3局間の相関関係を示す。いずれの場合も傾きがほぼ1の高い相関が認められ、ほとんどの測定値が99%信頼区間内であったが、ベリリウム-7濃度が低い値となった近川局の5月及び6月の測定値は99%信頼区間から外れていた。

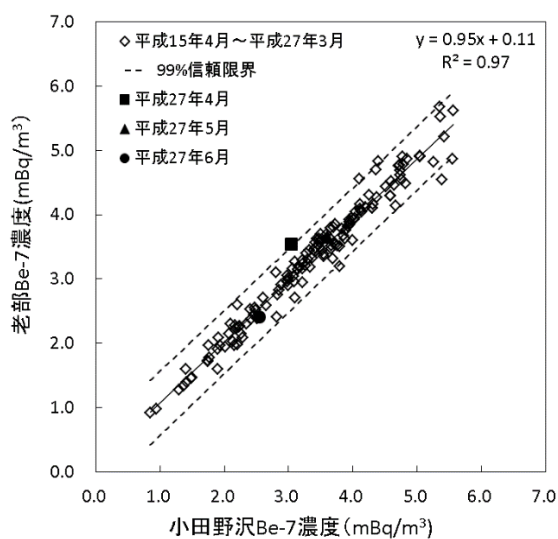
このことから、近川局の5月及び6月について大気浮遊じんの損失がない場合のベリリウム-7の測定値を、小田野沢局及び老部局の測定値から推定することとし、この2局の平均値とすると、5月は 3.6 mBq/m^3 、6月は 2.5 mBq/m^3 であった。これらの値から実際の測定値を差し引いた値をメッシュの目詰まりにより損失した分とみなし、その割合を計算すると5月は

33%、6月は72%であった。

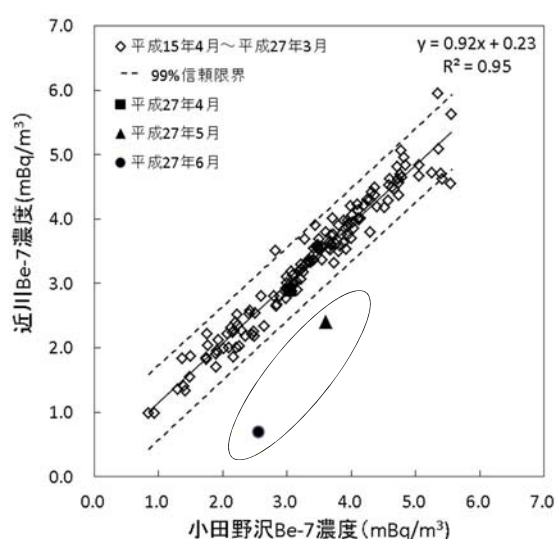
このように、機器の不具合により、試料採取が適切に行われなかったことから、5月及び6月の測定値は参考値とする。なお、5月及び6月の試料については、測定された大気採取量から上記の損失割合を差し引いた値が実質的な分析供試量と考えられるため、これをもとに人工放射性核種濃度を再計算したところ、5月は全て定量下限値未満であった。6月は検出限界値が定量下限値を上回ったため、ゲルマニウム半導体検出器による測定を長時間実施し、人工放射性核種が全て定量下限値未満であることを確認した。

(2) 全β放射能測定結果

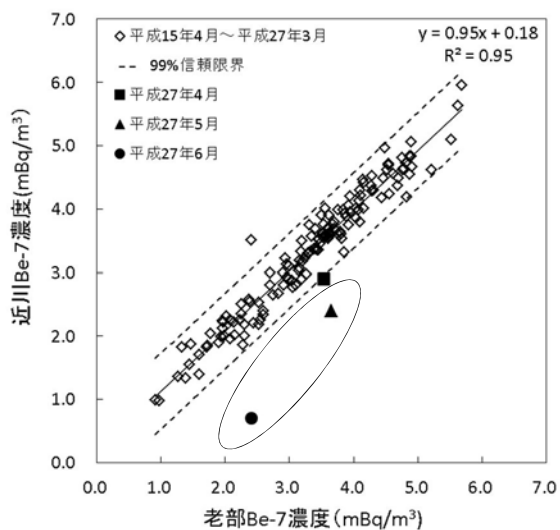
全β放射能について、5月の前半は、近川局と他の2局の測定値に大きな違いはみられなかったが、機器の不具合が5月1日頃から始まっていたと考えられることから、5月1日から7月1日までの測定結果を参考値とする。



(a) 小田野沢局－老部局



(b) 小田野沢局－近川局



(c) 老部局－近川局

図5 東通MS3局における大気浮遊じん中⁷Be濃度の相関

河川水(二又川下流)の全ウラン濃度(平成 27 年度第 2 四半期)について

1. はじめに

原子燃料サイクル施設環境放射線等調査(平成 27 年度第 2 四半期)において、表 1 及び図 1 に示すとおり河川水(二又川下流)の全ウラン濃度が平常の変動幅を上回ったため、その原因について調査した。

表 1 平常の変動幅を外れたもの(全ウラン)

試料名	採取日	地点名	核種	報告値	平常の変動幅※1	定量下限値	単位
河川水	H27.7.17	二又川下流	全 U	#10	ND~6	2	mBq/L

※1:「平常の変動幅」:平成元~26 年度の測定値の「最小値~最大値」。

#:「平常の変動幅」を外れた測定値。

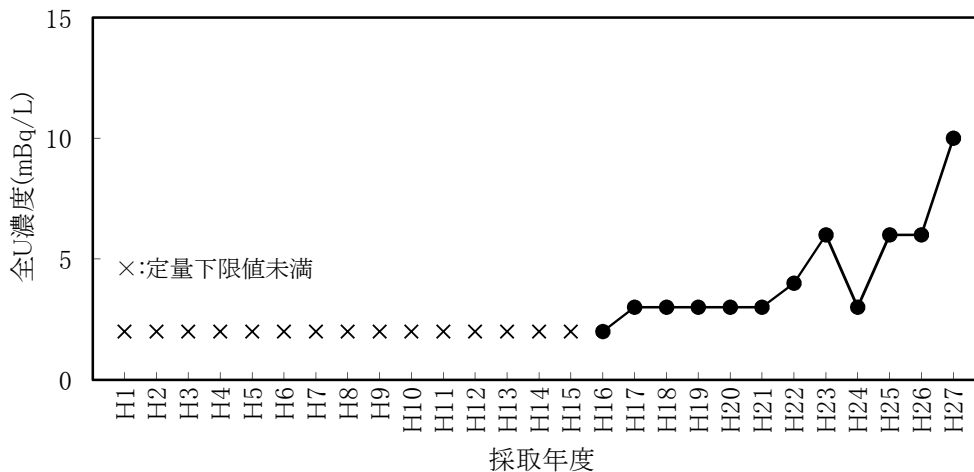


図 1 河川水(二又川下流)の全ウラン濃度の推移

2. 調査結果

- (1) これまで原子燃料サイクル施設から、ウランの有意な放出はなかった。
- (2) 再分析結果は報告値とほぼ一致しており、分析は正しく行われたと考えられる。
- (3) 河川水の $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ 放射能比は 1.67 で、これまでの約 1.63 と同程度であり(図 2)、地表水(河川水及び湖沼水)で報告されている放射能比と同等(注 1)であった(図 3)。また、ICP-MS で測定した ^{235}U の存在度は 0.73%であり、天然存在度(注 2)とほぼ一致した(表 2、図 4)。これらの値は、ウラン濃縮施設で取り扱う原料ウラン(注 3)、濃縮ウラン(注 4)及び劣化ウラン(注 5)の値と一致しないため、施設起因のウランによるものではないと考えられる。

注 1: 自然環境中の水試料について、 $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ 放射能比が 1 より大きくなる現象(=放射非平衡)が広く観測される^{[1],[2]}。

注 2: アイトープ手帳 11 版では 0.7204%

注 3: 原料ウランの $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ 放射能比はほぼ 1 と報告されている^[3]。

注 4: 濃縮ウランでは ^{235}U の存在度が 0.72%より大きくなるが、同時に $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ 放射能比が 1 より大きくなる。

注 5: 劣化ウランでは ^{235}U の存在度が 0.72%より小さくなるが、同時に $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ 放射能比が 1 より小さくなる。

(4) 河川水のウラン濃度の詳細な変動状況等を把握するために、モニタリング計画とは別に月ごとの追加調査を実施している。下記のとおり、水深が浅くなったときに河川水中の溶存物質の濃度が高くなるとともにウラン濃度も高くなる傾向が見られ、今回の測定値は、この変動傾向から逸脱するものではないと考えられる。

- ① 河川水の全ウラン濃度は 1.1～8.8 mBq/L の範囲で変動をしており、採水時の水深が浅いときに高い傾向が見られた(図 5)。なお、試料採取日までの 15 日間にわたり、モニタリングステーション二又局で降水量ゼロの日が続いた(図 6)。
- ② 河川水のウラン濃度と導電率の間に正の相関が見られた(図 7)。

3. まとめ

以上のことから、河川水(二又川下流)のウラン濃度が平常の変動幅を上回ったのは、原子燃料サイクル施設に起因するものではなく、天然に存在するウランの自然変動であると考えられる。

(参考文献)

- [1] M. Ivanovich et al., Uranium-series disequilibrium: Application to earth, marine and environmental science (1982)
- [2] 金井ら, 地質調査研究報告 61 (2010) 271-287
- [3] S. Richter et al., International Journal of Mass Spectrometry 193 (1999) 9-14

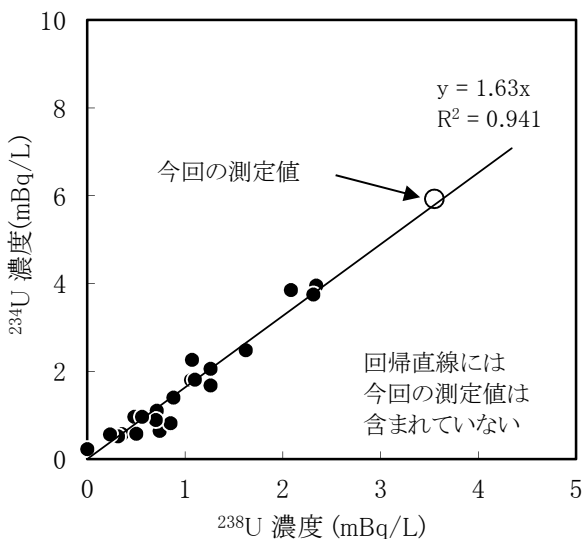


図 2 河川水(二又川下流) ^{238}U 及び ^{234}U 濃度の相関

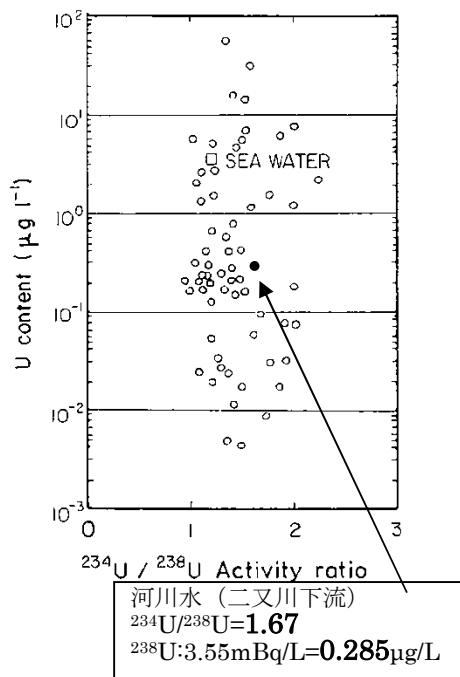


図 3 地表水の $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ 放射能比と全ウラン濃度^[1]

表 2 河川水(二又川下流)ICP-MS 測定*結果

核種	U 濃度		^{235}U 存在度 (%)	核種	(参考)
	($\mu\text{g/L}$)	(mBq/L)			α 線スペクトロメトリー (mBq/L)
^{235}U	0.00179	0.143	0.73	^{235}U	検出限界値以下 (0.158)
^{238}U	0.243	3.02		^{238}U	3.55

*試料ろ過後、水酸化物共沈、イオン交換による精製を行なった後、「放射能測定法シリーズ 14 ウラン分析法(文部科学省)」に準拠。

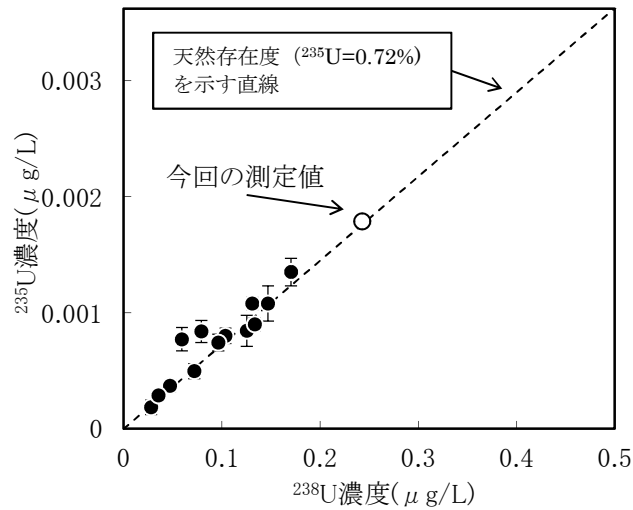


図4 河川水(二又川下流)ICP-MS測定における²³⁸Uと²³⁵Uの相関

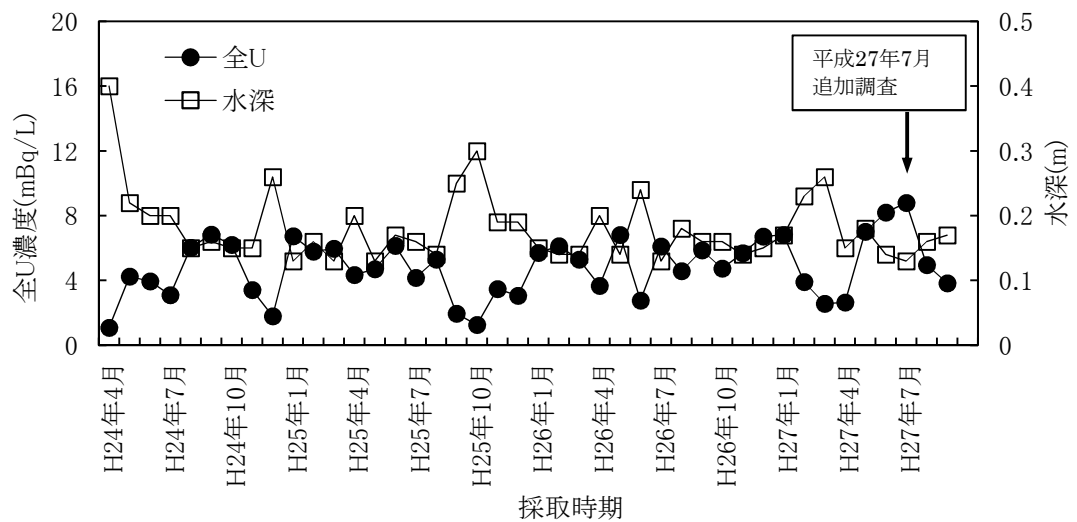


図5 河川水(二又川下流)全ウラン濃度と水深の推移(月ごとの追加調査)

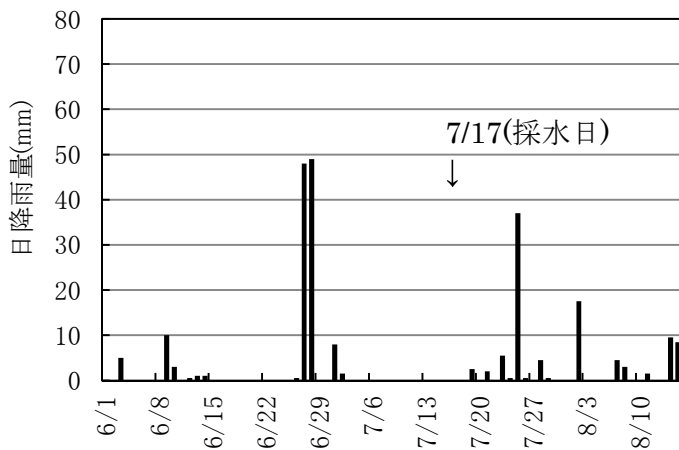


図6 二又における降水量
(平成27年6月1日～平成27年8月15日)

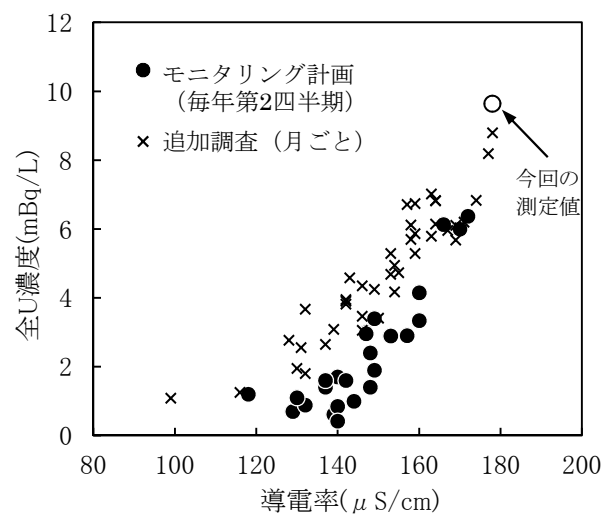


図7 導電率と河川水(二又川下流)全ウラン濃度との関係
(モニタリング計画:平成元年～平成27年、追加調査:平成24年～平成27年)

空間放射線量率測定結果(平成 27 年度第 3 四半期)について

1 はじめに

平成 27 年度第 3 四半期における原子燃料サイクル施設及び東通原子力発電所に係る空間放射線量率測定結果において、表1のとおり県実施分 7 局、日本原燃(株)実施分 3 局、東北電力(株)実施分 1 局の計 11 局で 12 月 4 日又は 12 月 17 日の測定値が過去の測定値の範囲を上回ったことから、その要因について検討を行った。

表 1 過去の測定値の範囲を上回った測定値の最大値(1 時間値) (単位:nGy/h)

実施者	測定局	測定日時	測定値	過去の測定値の範囲 ^{※1}	平常の変動幅 ^{※2}
県	尾駁	平成 27 年 12 月 17 日 19 時	141	6~91	3~41 (22±19)
	吹越	平成 27 年 12 月 17 日 19 時	93	10~87	10~34 (22±12)
	横浜町役場	平成 27 年 12 月 17 日 19 時	95	14~70	14~32 (23±9)
	老部	平成 27 年 12 月 17 日 16 時	111	8~72	5~31 (18±13)
	近川	平成 27 年 12 月 17 日 12 時	80	8~77	7~37 (22±15)
	古野牛川	平成 27 年 12 月 4 日 10 時	79	9~66	7~31 (19±12)
	桜木町	平成 27 年 12 月 17 日 13 時	95	6~77	2~32 (17±15)
日本原燃(株)	老部川	平成 27 年 12 月 17 日 19 時	114	8~75	6~32 (19±13)
	二又	平成 27 年 12 月 17 日 19 時	133	7~78	6~36 (21±15)
	室ノ久保	平成 27 年 12 月 17 日 15 時	73	8~65	8~34 (21±13)
東北電力(株)	林ノ脇	平成 27 年 12 月 17 日 16 時	88	10~67	9~33 (21±12)

※1 「過去の測定値の範囲」は、平成 22~26 年度の測定値の「最小値~最大値」。ただし、尾駁局及び吹越局は平成 23~26 年度、古野牛川局及び桜木町局は平成 25~26 年度の測定値。

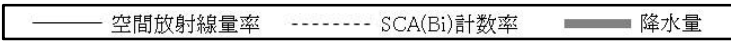
※2 「平常の変動幅」は、過去の測定値の「平均値±(標準偏差の 3 倍)」。

2 検討結果

(1)空間放射線量率測定結果

空間放射線量率の変動要因の一つに、降雨雪時に雨や雪に取り込まれて地表面に落下したラドン壊変生成物の影響があるため、表 1 の 11 局における 12 月 3 日~12 月 18 日の空間放射線量率と天然放射性核種のラドン-222 の壊変生成物であるビスマス-214 の推移、及び 12 月におけるこれらの相関を調査した。図 1 に示すように降雨雪が認められた時間帯に空間放射線量率とSCA(Bi)^{*}が同様の変動パターンを示し、両者の間に正の相関が認められたことから、今回の上昇は、天然放射性核種の影響によるものと考えられる。また、12 月 4 日及び 12 月 17 日は青森局を含む他の多くの測定局においても空間放射線量率の上昇が見られたことから、広域的に空間放射線量率が上昇したものと考えられる。

※SCA(Bi):天然放射性核種のビスマス-214 から放出されるγ線を含むエネルギー領域(1.65~2.5 MeV)における計数率。



※相関図では12月1ヵ月分の1時間値を用いた。

○は過去の測定値の範囲を上回ったものを示す。

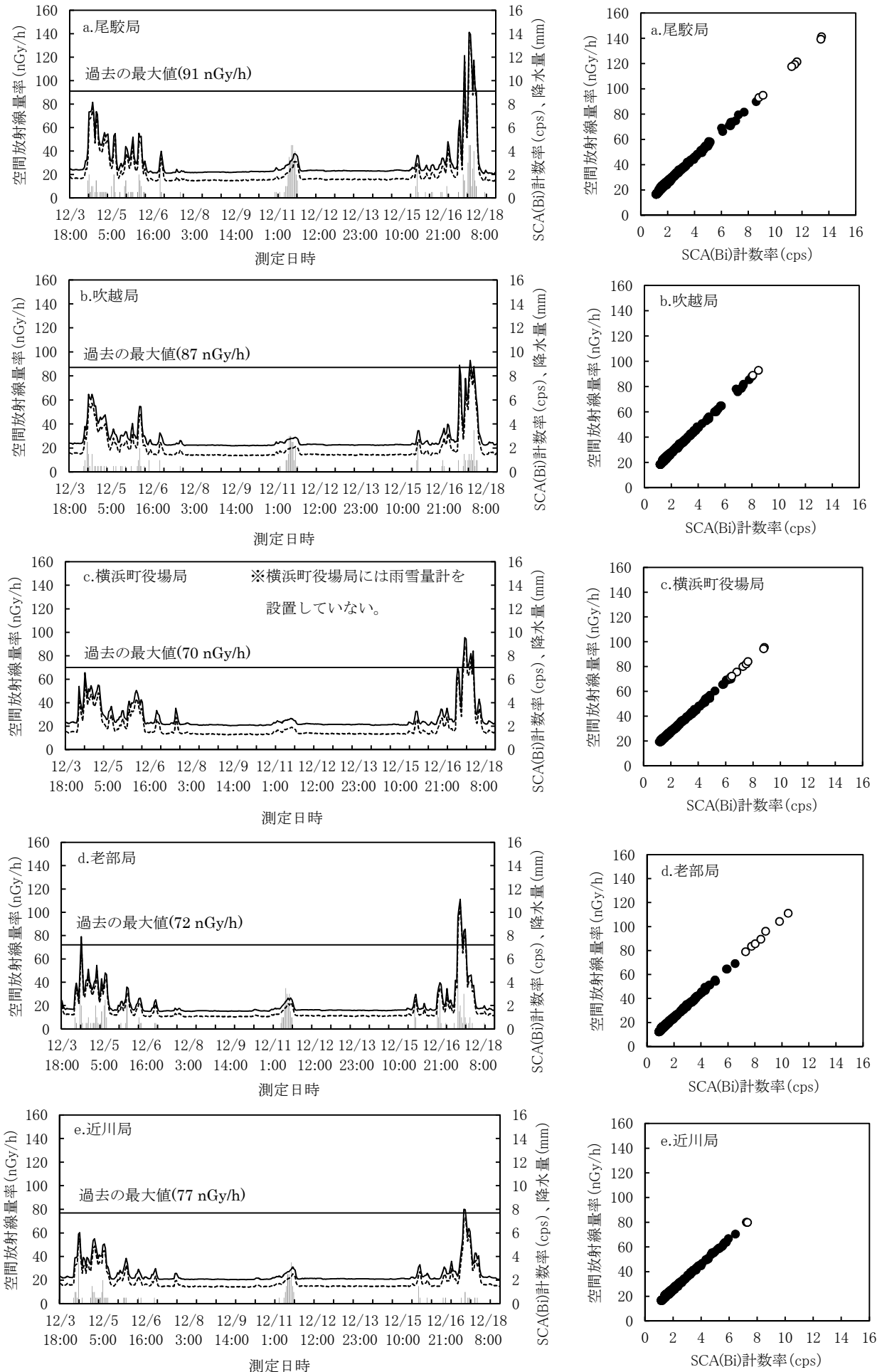


図1 空間放射線量率及び SCA(Bi)の推移と相関関係(1時間値) (1/3)

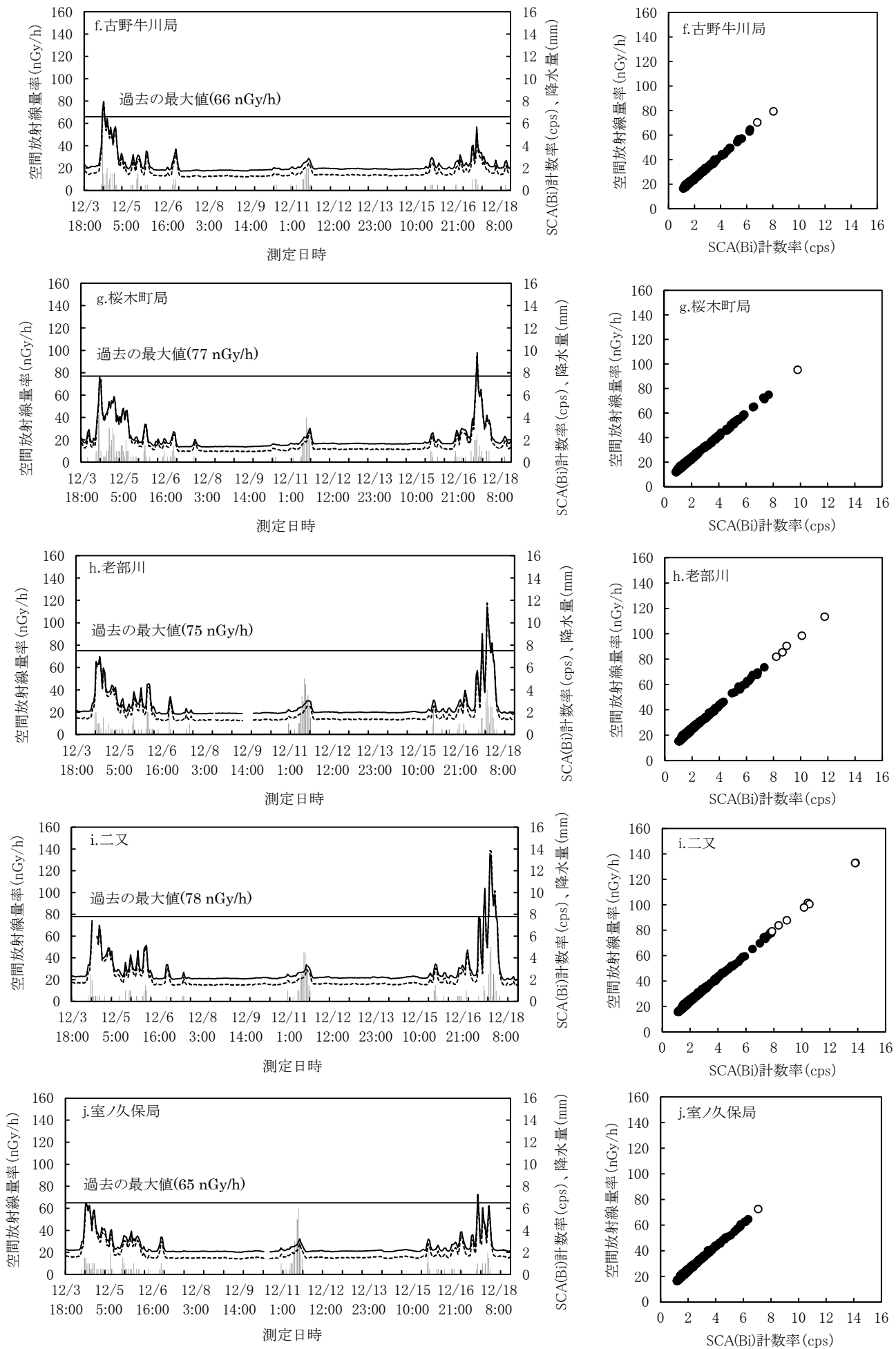


図1 空間放射線量率及び SCA(Bi)の推移と相関関係(1 時間値) (2/3)

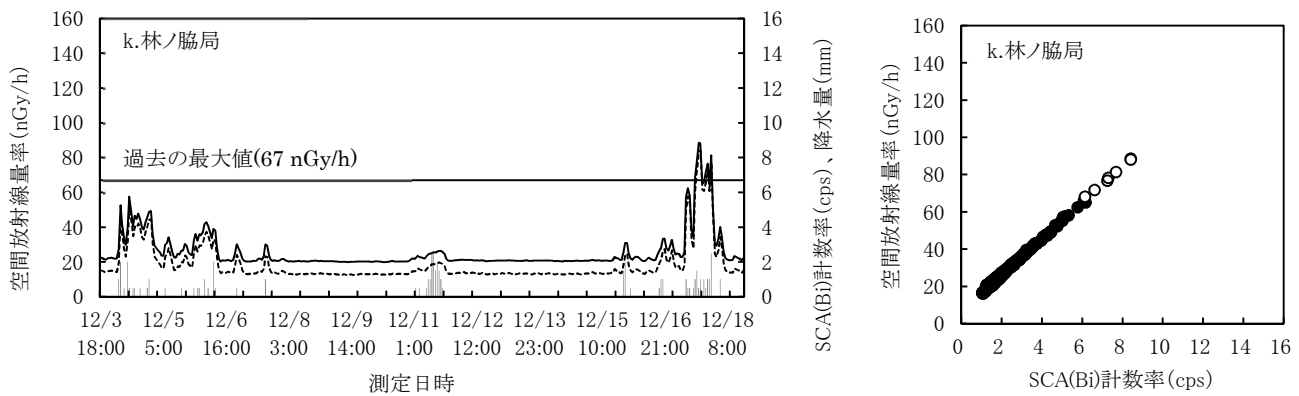


図1 空間放射線量率及び SCA(Bi)の推移と相関関係(1 時間値) (3/3)

(2)ガンマ線スペクトル解析結果

12月17日の19時における尾駈局のNaI(Tl)シンチレーション検出器のガンマ線スペクトル(1時間値)を図2に示す。また、比較のため、降雪がなく、空間放射線量率の上昇も認められなかった12月13日19時のガンマ線スペクトルも併せて示す。空間放射線量率上昇時のガンマ線スペクトルには、鉛-214及びビスマス-214などの天然放射性核種のピークが認められ、人工放射性核種のピークは認められなかった。他の測定局についても同様に、人工放射性核種のピークは認められなかった。

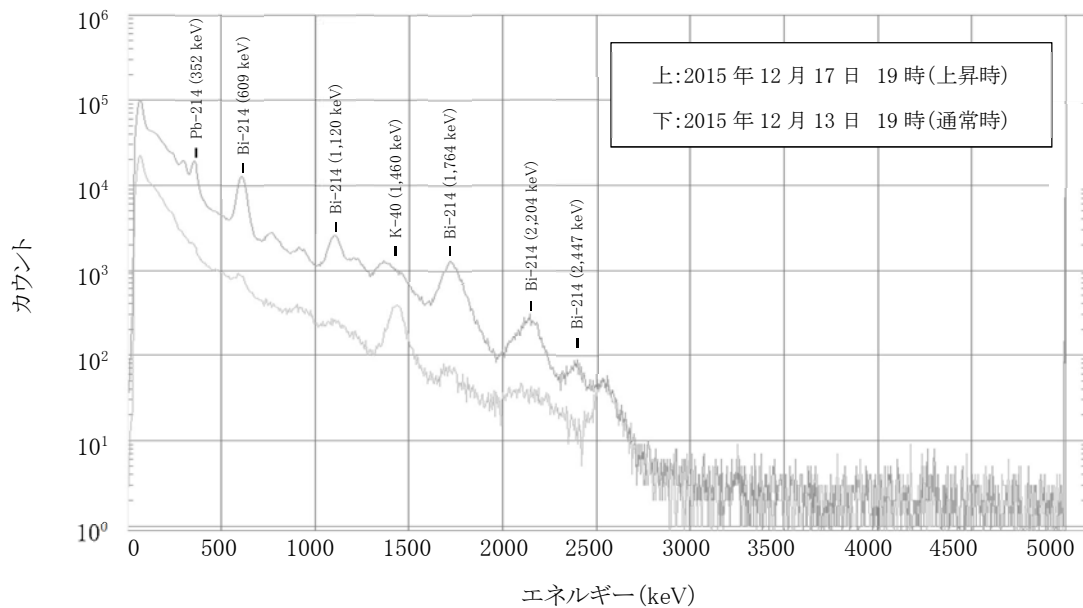


図2 空間放射線量率上昇時及び通常時のガンマ線スペクトル(尾駈局:NaI(Tl)シンチレーション検出器)

(3)原子力施設からの影響

県内の原子力施設からの異常な放出はなかった。

(4)当日の気象状況

これまでの測定結果では、降雪による空間放射線量率の上昇分は、大きくても80 nGy/h程度であったが、12月17日の測定値は降雪のないときの値から52~118 nGy/hと大きく上昇した。このことから、当日の気象状況について検討を行った。

12月17日の9時における天気図を図3に示す。12月17日は西高東低の冬型の気圧配置に変わり、北日本から西日本の広い範囲に大陸からの寒気が流れ込み、日本海側の広い範囲で雪が観測された。また、上空の寒気に加え、地表付近に暖気が残っていたため、対流活動が活発になり、雪雲が発達しやすい状況であった。

12月17日の18時及び19時における降水強度分布図を図4に示す。地表付近では北西方向からの風と南西方向からの風が津軽半島や下北半島上空でぶつかり、そこで雲が発達していることがわかった。17日の19時に空間放射線量率の最大値を示した尾駮局、吹越局、横浜町役場局、老部川局及び二又局ではこの時間帯には4 mm/h前後の比較的強い降雨雪が観測されており、図4の降水強度分布とほぼ一致した。

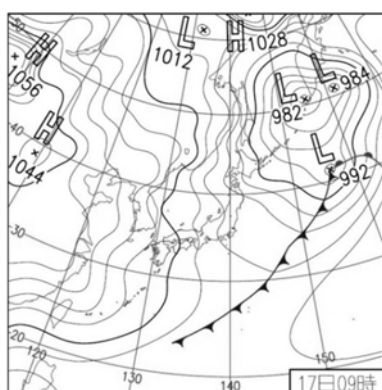
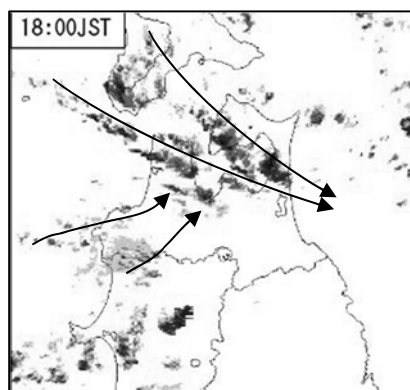


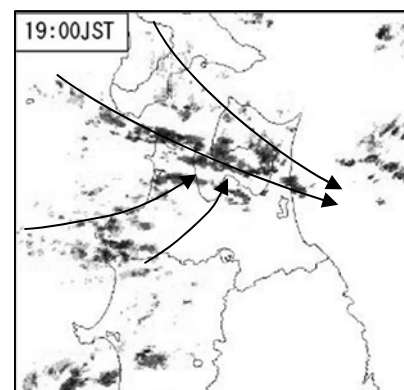
図3 天気図(12月17日9時)
気象庁ホームページ

「日々の天気 2015年12月」

<http://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/data/hibiten/2015/1512.pdf>



a. 12月17日18時



b. 12月17日19時

図4 降水強度分布図(12月17日18時～19時)

青森地方気象台提供

(矢印は風向・風速図に基づいて県が加筆)

(5) 大陸性気団の流入の可能性

国立環境研究所地球環境センター(NIES-CGER)がウェブ上で公開している METEX オンラインシステムの解析結果を利用し(<http://db.cger.nies.go.jp/metex/trajectory.jp.html>)、12月17日の3時から24時までの尾駮局を起点とした3時間ごとの後方流跡線の解析結果を図5に示す。解析条件は、ラドン-222の半減期が3.8日であることから流跡線の長さを5日間とし、起点の高度を大気の大乱流の影響を受ける境界層¹⁾よりも高い1500 mに設定して、等温位法により計算した。描画した流跡線の数は8本であり、いずれも中国大陸から到達したものであった。中国大陸東部地区における冬期の大気中ラドン-222濃度は一般的に日本列島より高く²⁾、このような大気が北西からの季節風とともに流入することにより、日本の大気中ラドン-222濃度が影響を受けているとの報告がある³⁾。このことから、当日は大気中ラドン濃度が高い中国大陸から大気が流入していたことが考えられる。

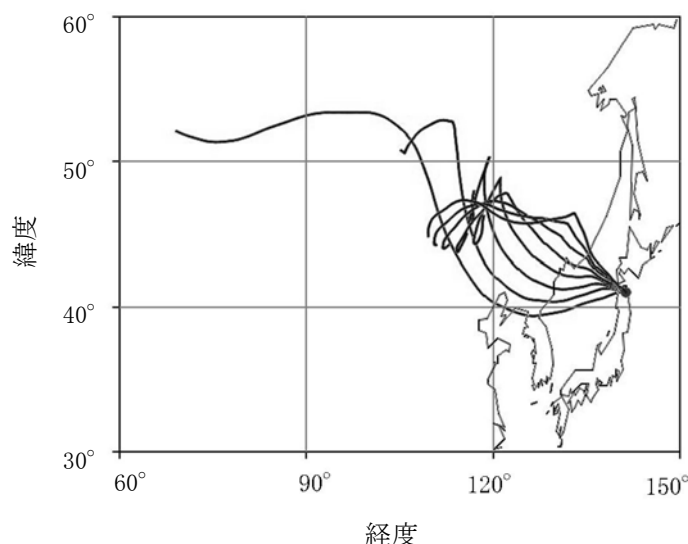


図5 後方流跡線解析結果(12月17日3時～24時)

- ・起点:尾駁局
- ・流跡線の間隔:3時間毎
- ・流跡線の長さ:5日間
- ・起点の高度:1500 m
- ・モデル:等温位法

3 結論

平成27年12月4日又は12月17日の空間放射線量率が11局で過去の測定値の範囲を上回ったが、空間放射線量率上昇時に降雨雪が認められていること、空間放射線量率とSCA(Bi)計数率に正の相関が認められていること、空間放射線量率上昇時のガンマ線スペクトルには人工放射性核種のピークが認められなかったこと、当該期間には広域的に降雨雪による空間放射線量率の上昇が認められていることから、降雨雪に取り込まれて地表面に落下した天然放射性核種の影響によるものと考えられる。

なお、気圧配置、降水強度分布及び後方流跡線解析結果から、12月17日は、中国大陸からラドン濃度が高い大気が流入していたところに下北半島上空で対流性の雲が発達し、多くのラドン壊変生成物を取り込んだ強い降雨雪がもたらされたことにより、空間放射線量率が大きく上昇した可能性が考えられる。

4 参考文献

- 1) 花房 龍男, “地表面付近の風と温度のふるまい“, 日本気象学会北海道支部機関誌「細氷」**33**,45-68(1987)
- 2) 金 益和, 池辺 幸正, 飯田 孝夫, 下 道國, 山西 弘城, 郭 秋菊, 阿部 史朗, 王 作元, 任 天山, 田 徳源, 何 志堅, 范 鑫, 謝 宏如, 楊 孝桐, 李 鎖照, 陸 少詳, 張 浩然, 杜 開如, ”中国におけるPassive法による屋内・外ラドン濃度調査”, 保健物理, **26**, 341-349(1991)
- 3) T. Sakashita, M. Doi, Y. Nakamura and T. Iida, ”A case study of radon-222 transport from continental North-East Asia to the Japanese islands in winter by numerical analysis”, *J. Environ. Radioactivity*, **72**, 245-257(2004)

モニタリングステーション青森局における大気浮遊じん中の放射能測定値の低下について

1 はじめに

原子燃料サイクル施設に係る環境放射線モニタリングでは、モニタリングステーションにおいて大気浮遊じん中の全 α 及び全 β 放射能の連続測定を行い、また、そこで採取した試料について核種分析や大気中ヨウ素-131の測定を行っている。

モニタリングステーション青森局(以下「青森局」という。)で集じんした12月の大気浮遊じん中の全 α 放射能、全 β 放射能が原子燃料サイクル施設に係るモニタリングステーション5局(尾駮局、千歳平局、平沼局、泊局、吹越局)(以下「サイクルMS5局」という。)に比べて低い値となったため、調査を行ったところ、試料採取が適切に行われていないことが判明したことから、その原因と対策及び測定値の取扱いについて以下のとおり検討した。

2 放射能測定結果

(1)大気浮遊じん中の全 α 及び全 β 放射能測定結果

大気浮遊じん中の全 α 放射能及び全 β 放射能については、ダストモニタを用いて168時間集じん後72時間放置、その後1時間の測定を行っている。

青森局及びサイクルMS5局で集じんした大気浮遊じん中の全 α 放射能及び全 β 放射能の推移を図1に示す。全 β 放射能は青森局も含め全局で概ね同じような値で推移していたが、平成27年12月7日から12月28日に集じんした試料の測定値が、青森局でサイクルMS5局に比べて低い値を示した。表1に示すとおり、青森局の測定値はサイクルMS5局の平均値と比較して、最大で60%の低下が見られている。全 α 放射能はこの期間やや低めの値となったが、局舎毎のばらつきが大きく、低下傾向は明確ではない。上記事象が発生した期間中の集じん圧力の上昇や、積算流量の低下は見られていなかった。

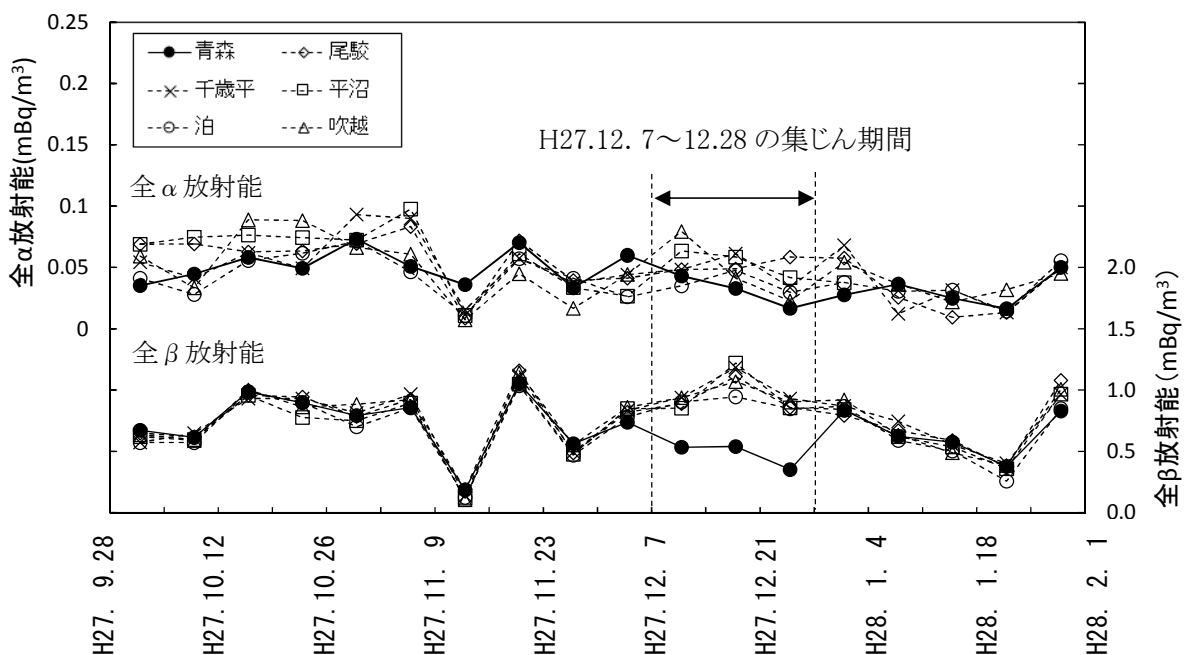


図1 青森局及びサイクルMS5局における全 α 及び全 β 放射能濃度の推移

表1 大気浮遊じん中の全β放射能測定結果 (mBq/m³)

集じん期間	H27.11.30 ～12.7	H27.12.7 ～12.14	H27.12.14 ～12.21	H27.12.21 ～12.28	H27.12.28 ～H28.1.4
①青森局の測定値	0.74	0.54	0.54	0.35	0.84
②サイクル MS5 局の 平均値	0.83	0.91	1.1	0.88	0.86
割合(①/②)	0.89	0.59	0.49	0.40	0.97

(2) 大気浮遊じん中の核種分析結果

大気浮遊じん中の核種分析は、ダストモニタで集じんを行ったろ紙を3カ月分集積して行っている。

分析の結果、青森局のベリリウム-7濃度は2.2 mBq/m³であり、図2に示すとおり、他の5局(2.6～2.7 mBq/m³)と比較して低めの値であった。

その他のγ線放出核種、ストロンチウム-90、プルトニウム及びウラン濃度については全て定量下限値未満であった。

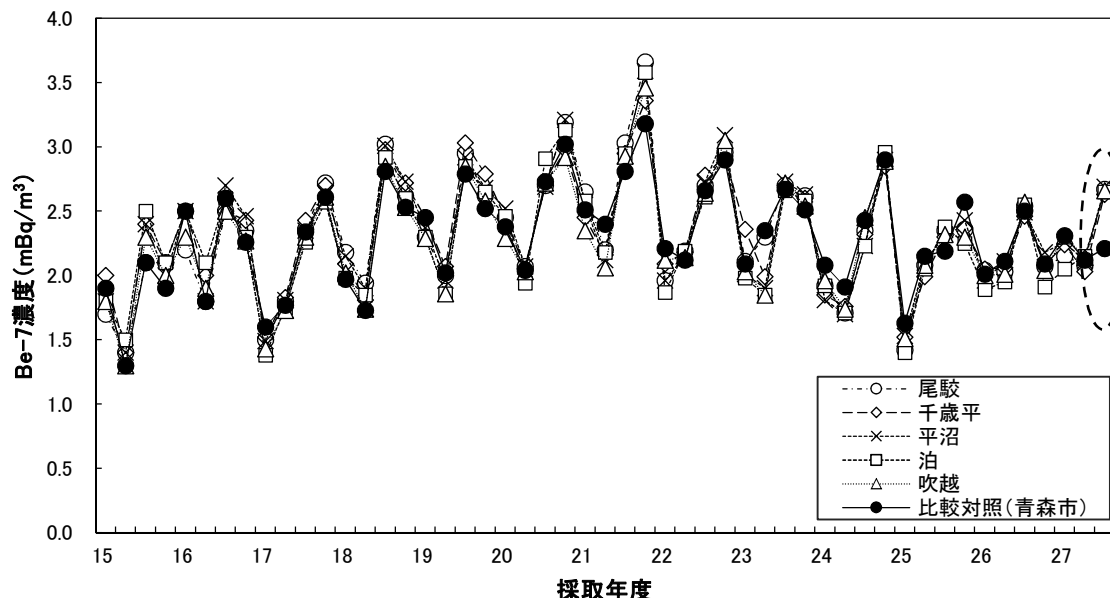


図2 青森局及びサイクル MS 5 局における Be-7 濃度の推移

(3) 大気中のヨウ素-131 測定結果

大気中のヨウ素-131は、大気浮遊じん採取後の大気をヨウ素サンプラに送り活性炭カートリッジにて1週間捕集した後、回収してゲルマニウム半導体検出器により測定を行っている。

平成27年12月7日～12月28日に採取した試料の測定値については、全て定量下限値未満であった。

3 原因と対策

(1) 青森局に設置している機器の状況

青森局には大気中の気体状β放射能を測定するためβ線ガスモニタが設置されており、ダストモニタと吸排気の配管を共有している。

今回、β線ガスモニタについては、定期点検において校正の結果が基準を外れたことから、外部機関でクリプトン-85に対する感度を確認するため検出器の取外し作業が行われた。また、ダストモニタは、通常どおりの測定を行っていた。

(2) 経緯

- H27.12.10(木) ・β線ガスモニタの校正のため、点検業者が検出器の取外し作業を実施した。
- H27.12.14(月) ・大気中ヨウ素-131 測定用の活性炭カートリッジ(12/7～12/14分)を回収し測定を行った。
- H27.12.17(木) ・大気浮遊じんの測定値(12/7～12/14分)及び過去3カ月間のトレンドグラフを確認した。青森局の全β放射能に低下傾向が見られたが、圧力、流量に変化がなく、全α放射能の低下傾向が明確でなかったことから、経過観察とした。
- H27.12.21(月) ・大気中ヨウ素-131 測定用の活性炭カートリッジ(12/14～12/21分)を回収し測定を行った。
- H27.12.24(木) ・大気浮遊じんの測定値(12/14～12/21分)及び過去3カ月間のトレンドグラフを確認したところ、前週に引き続き、全β放射能に明確な低下傾向がみられたことから、点検業者に現地調査を指示した。
- H27.12.25(金) ・原子力センター職員がダストモニタ吸気口の現地確認を実施し、吸気口に目詰まりがないことを確認した。
- H27.12.28(月) ・点検業者から、現地調査の結果、ダストモニタの運転状況等に問題が認められず、測定値低下の原因は不明である旨報告があった。
・β線ガスモニタの校正が終了したため検出器を取り付け、吸排気の配管を接続して、起動した。
・大気中ヨウ素-131 測定用の活性炭カートリッジ(12/21～12/28分)を回収し測定を行った。
- H28. 1. 4(月) ・大気浮遊じんの測定値(12/21～12/28分)及び過去3カ月間のトレンドグラフを確認した。青森局の全β放射能の低下傾向が継続していることから、点検業者に再度現地調査を指示した。
- H28. 1. 7(木) ・大気浮遊じんの測定値(12/28～1/4分)及び過去3カ月間のトレンドグラフを確認したところ、青森局の全β放射能がサイクルMS5局の測定値と同程度になった。
- H28. 1. 8(金) ・点検業者が再度現地調査を行ったが、原因の特定には至らなかった。
・核種分析用に集じんろ紙(9/28～1/4分)を回収した。
- H28. 1.12(火) ・大気浮遊じん中のγ線放出核種の測定を行った。
- H28. 1.14(木) ・大気浮遊じんの測定値(1/4～1/11分)及び過去3カ月間のトレンドグラフを確認したところ、青森局の全β放射能の低下は見られなかった。点検業者に情報提供し、引き続き調査を指示した。
- H28. 2. 5(金) ・測定値の低下が見られた期間がβ線ガスモニタの取外し時期と重なっていることから、点検業者に取外し作業の内容を確認したところ、吸気管と排気管を直接接続していたことが判明した。

(3) 発生原因

β線ガスモニタの校正のため、平成27年12月10日から12月28日まで、検出器を取外していたが、その期間に採取した大気浮遊じんの全β放射能に低下傾向が見られたことから、β線ガスモニタとダストモニタが共有していた吸排気配管の状況について確認を行った。

通常は、図3(a)に示すように、同一の吸気口から吸気された大気が分岐されて、それぞれの検出器に入り、その後、合流して排気される構造となっている。今回、β線ガスモニタの検出器を取外した時に、吸気及び排気の配管をそれぞれ閉止すべきところ、両者を直接接続した。このため、図3(b)に示すように、ダストモニタの吸気に排気が混入する流れの向きができ、大気の採取量が実際より減少したことが、測定値が低下した原因である。

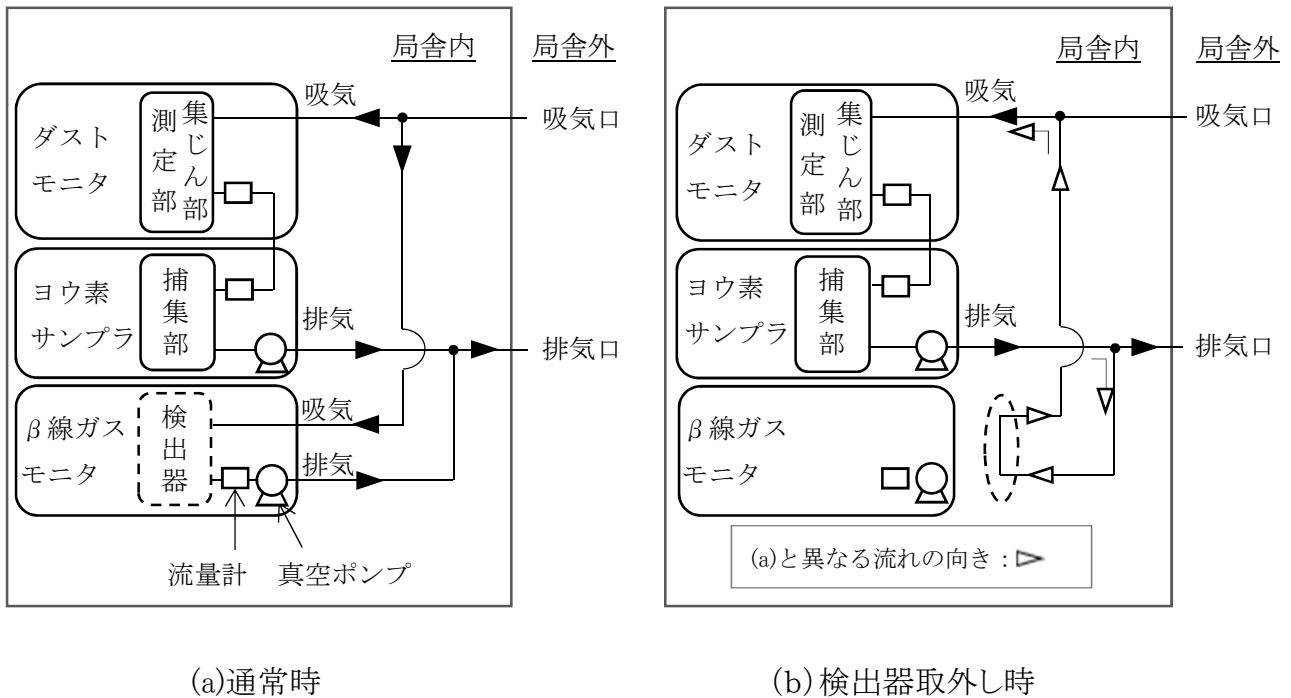


図3 ダストモニタ及びβ線ガスモニタの大気試料の流路

(4) 対応上の問題点

- ・ 今回のβ線ガスモニタ検出器の取り外しは、初めての作業であったにもかかわらず、吸排気配管を共有しているダストモニタ等への影響について事前の協議を行っていなかった。
- ・ 12月17日に原子力センター職員が全β放射能の低下に気付いた時点で、原因調査を開始せず、経過観察としてしまった。
- ・ 12月28日に点検業者から、現地調査の結果として原因が不明であったとの報告を受けたが、更なる原因調査を行わなかった。

(5) 今後の対策

- ・ 測定器側の対策として、ダストモニタとβ線ガスモニタのどちらかが停止した場合などに、排気が逆流しないよう閉止栓などを取り付ける。
- ・ 保守管理上の対応として、今回のβ線ガスモニタの校正のように、非定常の作業については、事前に点検業者に対して作業計画書を作成させ、他の測定へ影響を与える可能性等について協議することとし、点検業者に指示した。
- ・ 異常が疑われる測定値が得られた場合には、経過観察とせず、速やかに点検業者に測定器の調査を指示するとともに、当該測定器以外の要因について検討することとし、原子力センターのマニュアルに記載した。

4 測定値の取扱いについて

(1) 大気浮遊じん中の全α及び全β放射能測定結果

β線ガスモニタの検出器を取外していた期間(平成27年12月10日～12月28日)、ダストモニタの配管の不適切な接続により、集じん後の大気の一部が採取試料に混入したと考えられることから、平成27年12月7日～12月28日に採取した試料の測定値を参考値とする。

(2) 大気浮遊じん中の核種分析結果

表 1 により、平成 27 年 12 月 7 日～12 月 28 日の採取量が 40～60%に低下したと考えられるため、これをもとに採取試料に混入した空気量を求めたところ、今四半期の採取量全体の 11%、12 月分としては 31%を占めていた。このため、今四半期の γ 線放出核種、ストロンチウム-90、プルトニウム及びウランの測定値は全て参考値とする。

なお、今四半期の試料については、採取した大気試料量から上記の混入分を差し引いた値が実質的な分析供試量と考えられるため、これをもとに核種濃度を再計算したところ、 γ 線放出核種(人工放射性核種)、ストロンチウム-90、プルトニウム及びウラン濃度は全て定量下限値未満であった。

(3) 大気中のヨウ素-131 測定結果

大気浮遊じんの採取と同様、集じん後の大気の一部が採取試料に混入したと考えられることから、平成 27 年 12 月 7 日～12 月 28 日に採取した試料の測定値を参考値とする。

なお、当該期間の試料 3 検体について、(2)と同様に、採取した大気試料量から混入分を差し引いた値を実質的な分析供試量とみなして大気中ヨウ素-131 濃度を再計算したところ、検出限界値は定量下限値(0.2 mBq/m³)を上回ったものの、いずれも 0.21 mBq/m³未満であることを確認した。

機器更新に係る空間放射線量率測定値について
(原子燃料サイクル施設分)

1. はじめに

当社は、「原子燃料サイクル施設に係る環境放射線等モニタリング基本計画」に基づき、環境モニタリングを実施しているが、平成 28 年 2 月にモニタリングステーションに設置されている空間放射線量率計(低線量率計、高線量率計)の更新を実施した。

低線量率計の更新に伴う測定値の変化を確認するため、並行測定及びセルフドーズ測定を行い、測定値の取扱いについて検討した。

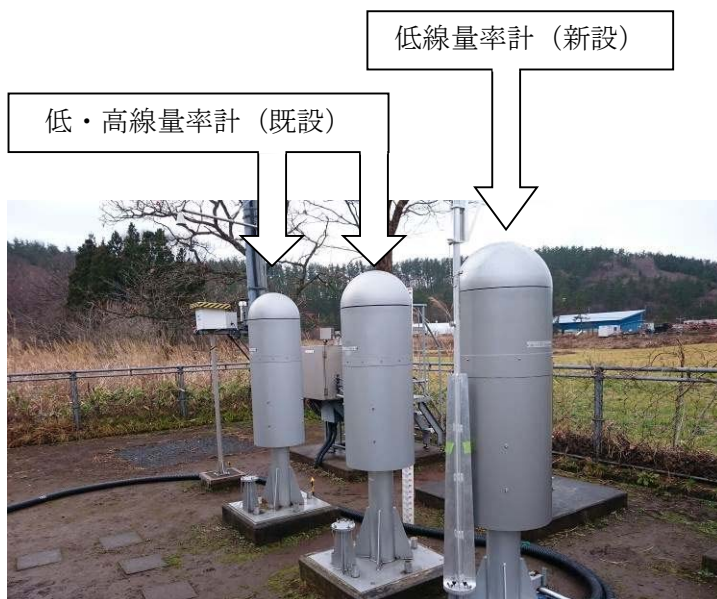
2. 機器更新に伴う測定値の変化

(1) 並行測定

既設線量率計付近に新設線量率計を設置し、約 1 か月間並行測定を実施した。各測定局における並行測定の結果を表 1 に示す。並行測定における平均値の差は、 $-0.7 \sim 0.1$ nGy/h であった。

(2) セルフドーズ測定

新旧検出器に含まれる放射性物質による影響(セルフドーズ)を確認するため、メーカー工場の遮へい室(厚さ:200 mm 鉄)に検出器を設置し、測定を実施した。各測定局におけるセルフドーズの差を表 1 に示す。セルフドーズの差は $-0.2 \sim 0.1$ nGy/h であった。



【写真1】並行測定

並行測定期間:平成 27 年 12 月 26 日～平成 28 年 1 月 25 日



【写真2】セルフドーズ測定

遮へい室(厚さ:200 mm 鉄)

表 1 並行測定及びセルフドーズ測定結果 (単位:nGy/h)

測定局		平均値 ^{※1}	標準偏差	平均値の差 (新設-既設)	セルフドーズの差 ^{※2} (新設-既設)	平常の変動幅の 標準偏差(σ) ^{※3}
老部川	既設	18.0	5.1	-0.5	0.1	4
	新設	17.5	5.3			
二又	既設	19.0	6.2	0.1	-0.2	5
	新設	19.1	6.1			
室ノ久保	既設	19.6	4.8	-0.7	-0.2	4
	新設	18.9	4.8			

※1:平成 27 年 12 月 26 日～平成 28 年 1 月 25 日の1時間値(データ数:744 個)。

※2:セルフドーズの測定は、メーカーの工場において、厚さ 200 mm(鉄)の遮へい室内に検出器を設置し、600 秒×12 回実施。

※3:平成 22 年度～平成 26 年度の測定値の標準偏差。

3. 測定値の取扱いについて

機器更新に伴う測定値の変化は、平成 27 年度の「平常の変動幅」に用いている標準偏差と比較して小さいことから、更新後においてもこれまでと同様に、前年度までの 5 年間の測定値を用いて設定した平常の変動幅により評価を行う。

(参考)

表 機器更新を実施した測定局及び機器仕様

測定局	項目	更新前	更新後
老部川局 二又局 室ノ久保局	(低線量率計)		
	検出器	NaI(Tl) 3 インチ円筒型	同左
	エネルギー補償方式	G(E)関数荷重演算方式	〃
	温度補償回路	有	〃
	温度制御装置	加温装置付	〃
	測定位置	地上 1.8 m	〃
	《実施要領記載対象外》		
	測定エネルギー範囲	50 keV～3 MeV	同左
	SCA ch数	4 ch	〃
	スペクトル解析機能	有	〃
	筐体カバー	アルミ 1 mm、断熱材 10 mm	〃
	(高線量率計)		
検出器	14 L、8 気圧球形加圧型電離箱 窒素ガス+アルゴンガス	同左	
測定位置	地上 1.8 m	〃	
温度制御装置	加温装置付	〃	
《実施要領記載対象外》			
筐体カバー	アルミ 1 mm、断熱材 10 mm	同左	

※:更新前の機器の使用期間は、平成 14 年 3 月～平成 28 年 2 月

機器更新に係る空間放射線量率測定値について (東通原子力発電所分)

1. はじめに

当社は、「東通原子力発電所に係る環境放射線モニタリング基本計画」に基づき、環境モニタリングを実施しているが、平成 28 年 3 月にモニタリングポストに設置されている空間放射線量率計(低線量率計、高線量率計)の更新を実施した。

低線量率計の更新に伴う測定値の変化を確認するため、過去の測定値との比較及びセルフドーズ測定を行い、測定値の取扱いについて検討した。

2. 機器更新に伴う測定値の変化

(1) 過去の測定値との比較

機器更新前後の降雨雪及び積雪の無い期間のデータを用いて、測定値の比較を実施した。各測定局における機器更新前後の測定の結果を表 1 に示す。機器更新前後の測定における平均値の差は、小川町局では-0.4 nGy/h、林ノ脇局では-0.2 nGy/h であった。

(2) セルフドーズ測定

機器更新前後の検出器に含まれる放射性物質による影響(セルフドーズ)を確認するため、メーカー工場の遮へい室(厚さ:200 mm 鉄)に検出器を設置し、測定を実施した。各測定局におけるセルフドーズの差を表 1 に示す。セルフドーズの差は小川町局では-1.4 nGy/h、林ノ脇局では-0.2 nGy/h であった。

表 1 機器更新前後の測定値の比較及びセルフドーズ測定結果 (単位:nGy/h)

測定局	データ数 ^{※1} (1 時間値)	平均値	標準 偏差	最大値	最小値	平均値の差	セルフドーズ ^{※2} の差	平常の変動幅の	
						(新設-既設)	(新設-既設)	標準偏差(σ) ^{※3}	
小川町	既設	524	15.9	0.3	16.7	15.2	-0.4	-1.4	3
	新設	466	15.5	0.4	16.7	14.5			
林ノ脇	既設	494	20.5	0.3	21.6	19.9	-0.2	-0.2	4
	新設	480	20.3	0.3	21.2	19.5			

※1:平成 27 年 4 月及び平成 28 年 4 月の感雨、雨雪量、積雪の無い 1 時間値の中から、次の条件を満たすデータを用いた。

- ・感雨有が連続していた場合、感雨無となった 1 時間経過後の測定値
- ・雨量ゼロが 2 時間連続した後の測定値

※2:セルフドーズの測定は、メーカーの工場において、厚さ約 200 mm(鉄)の遮へい室内に検出器を設置し、既設は 600 秒×6 回、新設は 600 秒×12 回測定した。

※3:平成 22~26 年度の測定値の標準偏差。

3. 測定値の取扱いについて

機器更新に伴う測定値の変化は、平成 27 年度の「平常の変動幅」に用いている標準偏差と比較して小さいことから、更新後においてもこれまでと同様に、前年度までの 5 年間の測定値を用いて設定した平常の変動幅により評価を行う。

以上

(参考)

表 機器更新を実施した測定局及び機器仕様

測定局	項目	更新前*	更新後
小川町局 林ノ脇局	(低線量率計)		
	検出器	NaI(Tl) 3 インチ円筒型	同左
	エネルギー補償方式	G(E)関数荷重演算方式	〃
	温度補償回路	有	〃
	温度制御装置	加温装置付	〃
	測定位置	地上 1.8 m	〃
	《実施要領記載対象外》		
	測定エネルギー範囲	50 keV～3 MeV	同左
	SCA ch数	4 ch	〃
	スペクトル解析機能	有	〃
	筐体カバー	アルミ 1 mm、断熱材 15 mm	〃
	(高線量率計)		
	検出器	14 L、8 気圧球形加圧型電離箱 窒素ガス+アルゴンガス	同左
	測定位置	地上 1.8 m	〃
	温度制御装置	加温装置付	〃
《実施要領記載対象外》			
筐体カバー	アルミ 1 mm、断熱材 15 mm	同左	

※:更新前の機器の使用期間は、平成 15 年 4 月～平成 28 年 3 月

平常の変動幅の設定について
 —東京電力(株)福島第一原子力発電所事故の影響により
 平常の変動幅を上回った測定値の取扱い—

平常の変動幅は、分析測定上の問題、環境の変化、施設からの予期しない放出などの原因調査が必要な測定値(データ)をふるい分けるために用いるものであり、環境試料の場合、試料の種類ごとに調査を開始した年度から調査を実施している年度の前年度までの最小値と最大値を用いて設定している。これまで、東京電力(株)福島第一原子力発電所事故の影響が考えられる測定値については、測定値の推移を考慮しながら、平常の変動幅の設定について、その取扱いを検討してきた。

平成 27 年度に平常の変動幅を上回った測定値のうち、東京電力(株)福島第一原子力発電所事故の影響が考えられる測定値は、表1のとおりヒラメのセシウム-137 測定結果であった。図 1 に、ヒラメのセシウム-137 の推移を示す。セシウム-137 については、推移の傾向を把握するにはさらに測定値を蓄積して検討する必要があることから、この測定値を平常の変動幅の設定には用いないこととする。

表1 平常の変動幅を上回った放射能測定結果 (平成27年度)

試料名	実施者	区分	地点名	定量下 限值	単位	¹³⁴ Cs		¹³⁷ Cs	
						測定値	平常の変動幅	測定値	平常の変動幅
ヒラメ	日本原燃(株)	サイクル	六ヶ所村前面海域	0.4	Bq/kg 生	ND	ND	0.5	ND

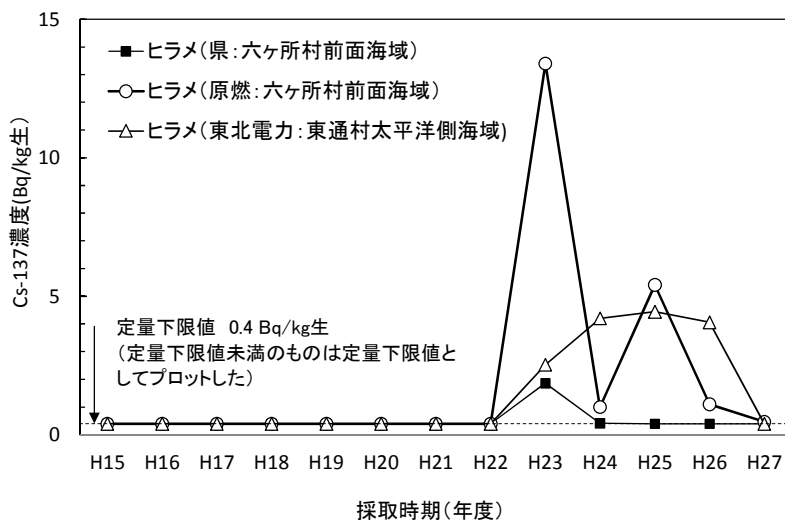


図 1 ヒラメ中 ¹³⁷Cs の推移

測定結果に基づく線量算出要領
補 足 説 明 資 料

平成28年3月策定

青 森 県

「測定結果に基づく線量算出要領」補足説明資料

「測定結果に基づく線量算出要領」(以下「線量算出要領」という。)は、「原子燃料サイクル施設に係る環境放射線等モニタリング結果の評価方法(平成 28 年 3 月改訂 青森県)」及び「東通原子力発電所に係る環境放射線モニタリング結果の評価方法(平成 28 年 3 月改訂 青森県)」に基づき推定・評価する施設起因の線量の具体的な算出方法を定めるものである。本資料は、線量算出要領の運用に係る考え方や手法の妥当性の検討結果等を取りまとめたものである。

2.線量の推定・評価

(1) 外部被ばくによる実効線量

空間放射線量率と積算線量を測定しているモニタリングステーション及びモニタリングポストにおける γ 線による実効線量の算出については、RPLD による積算線量測定値に比べ精度よく施設寄与の弁別が可能な NaI(Tl)シンチレーション検出器による空間放射線量率の測定値を用いる。

2.線量の推定・評価

(1) 外部被ばくによる実効線量

1) γ 線による実効線量

① NaI(Tl)シンチレーション検出器の測定結果に基づく算出

NaI(Tl)シンチレーション検出器による空間放射線量率測定値からの実効線量の算出については、SCA 弁別法(添付 1)による推定人工線量率計算値(空間放射線量率測定値－推定自然線量率)を、正の値も負の値も全て積算することにより、現実的な評価となることを確認した(添付 2)。また、推定自然線量率を求めるための重回帰式の定数(式(2)の a, b, c)は、使用済燃料のせん断・溶解期間以外の施設寄与を含まない測定値から、原則として四半期ごとに求めることとしているが、施設の操業状況によってはせん断・溶解期間以外の測定値が十分確保できない場合も予想されるため、その場合は、当該年度 1 年間のせん断・溶解期間以外の測定値から求める。

2.線量の推定・評価

(1) 外部被ばくによる実効線量

1) γ 線による実効線量

② RPLD の測定結果に基づく算出

積算線量のみ測定しているモニタリングポイントにおいては、RPLD 測定値が過去の 5 年間の第 1 四半期～第 3 四半期の[測定値±標準偏差 σ の 3 倍]を超過した場合に、施設の操業状況、当該地点近傍の空間放射線量率(推定人工線量率)や積算線量測定結果等を考慮し、施設寄与の有無を判断する。

四半期ごとの測定値に施設寄与が認められた場合、その測定値から原則として過去5年間の第1～第3四半期の施設寄与が認められない測定値の平均値をバックグラウンドとして差し引き、1年間積算した値に0.8を乗じて算出する。ただし、第4四半期は積雪の状況を考慮してバックグラウンドを推定する。

2.線量の推定・評価

(1) 外部被ばくによる実効線量

2) β 線による実効線量

β 線による外部被ばく実効線量の算出における大気中気体状 β 放射能測定値の積算方法としては、以下の3つの方法が考えられる。

ア. 定量下限値以上の測定値を積算

イ. セン断・溶解期間のみNDを定量下限値2kBq/m³として測定値を積算

ウ. 放射能濃度計算値について正負の値をすべて積算

アの方法は、定量下限値未満の測定値を積算に用いないことから、評価結果はやや低めとなる。イの方法は、施設の風上に位置するなど施設寄与が想定されない場合もNDを定量下限値として積算することになるため、過大評価となる場合がある。特に、施設から離れた地点で顕著になると考えられる。ウの方法は、空間放射線量率測定結果に基づく実効線量の場合と同様に、放射能濃度の計算過程の値を正負すべて用いて計算するため、ア及びイに比べより現実的な評価となる。

以上のことから、 β 線による実効線量の算出にはウの方法を用いる。この方法では、放射能濃度の計算において計数率から差し引くバックグラウンド計数率を適切に設定する必要があるため、六ヶ所再処理工場の本格操業後の状況も考慮して検討し、施設寄与がない状況における計数率の推移のベースラインに相当する1年間の最頻値をバックグラウンド計数率として用いることとする。(添付3)

2.線量の推定・評価

(2) 内部被ばくによる預託実効線量

4) 施設に起因する核種濃度算出方法

環境試料中の放射能測定結果において、すべての測定値がNDである核種については、施設寄与が認められないため、線量算出の対象としない。線量算出の対象とする核種については、測定値がNDの場合、定量下限値として取り扱う。(添付4)

2.線量の推定・評価

(2) 内部被ばくによる預託実効線量

4)施設に起因する核種濃度算出方法

⑥米、葉菜、根菜・いも類、海水魚、牛乳、飲料水及び空気中トリチウム濃度

大気中水蒸気状トリチウム測定結果に基づき、米、葉菜、根菜・いも類及び牛乳中トリチウムによる線量を算出する場合、対象としている農産物は、種類により、また同じ種類であっても、農家によって栽培時期や収穫期が異なることから、算出に用いる大気水分中トリチウム濃度については年間平均値とする。(添付 4)

2.線量の推定・評価

(2) 内部被ばくによる預託実効線量

4)施設に起因する核種濃度算出方法

⑥米、葉菜、根菜・いも類、海水魚、牛乳、飲料水及び空気中トリチウム濃度

海水魚中トリチウムの自由水中濃度測定結果と有機物の実効線量係数を用いて預託実効線量を算出する方法の妥当性について検討した結果、有機結合型トリチウム(OBT)濃度が自由水トリチウム(FWT)濃度の 4 倍程度までであれば、線量算出要領による方法は安全側の評価となる。調査研究においても六ヶ所再処理工場アクティブ試験の影響がみられた試料の OBT 濃度が FWT 濃度を上回る調査結果は得られていないことから、ある程度環境試料中トリチウム濃度に施設寄与が認められた場合であっても、この算出方法の妥当性は確保できると考えられる。ただし、施設影響が認められたデータ数は少ないことから、今後も調査研究としてFWT濃度とOBT濃度の調査を行い、線量算出要領の妥当性を確認していくこととし、必要に応じ見直しを検討する。(添付 5)

2.線量の推定・評価

(2) 内部被ばくによる預託実効線量

5)施設寄与分を見積もるためのバックグラウンドの差し引き

①セシウム-137、ストロンチウム-90、プルトニウム等

環境試料中のセシウム-137、ストロンチウム-90、プルトニウムについては、過去の大気圏内核実験等が主な起源であり、年 1 回採取している野菜や海産食品等の一部の試料では、現在でも定量下限値を超えて測定されている。過去 3 年間の測定値に ND が含まれる場合には、安全側の評価とするため、ND をゼロとしてバックグラウンドを算出する。また、直近の 3 年間の測定結果に施設寄与が認められた測定値がある場合、その測定値を除外すると、データ数が少なくなるため、できるだけ当該年度に近い過去 3 箇年分の施設寄与が認められない測定値によりバックグラウンドを算出する。(添付 4)

2.線量の推定・評価

(2) 内部被ばくによる預託実効線量

5)施設寄与分を見積もるためのバックグラウンドの差し引き

②炭素-14

環境試料中の炭素-14 の主な起源は、大気高層における宇宙線との核反応と大気圏内核実験であり、過去の大気圏内核実験で増加した炭素-14 のバックグラウンドとしては、できるだけ直近のデータを用いることが望ましいが、施設からの影響が継続してみられるような場合は、本県の調査研究事業において、六ヶ所再処理工場アクティブ試験以前の測定結果から炭素-14 比放射能の減衰式を求めており、その結果を用いてバックグラウンドレベルを推定することが可能と考えられる。(環境試料中のトリチウム、炭素-14 及びヨウ素-129 調査: 青森県原子力センター所報第9号(平成26年度)参照)

3. 実効線量の表示方法

(2) 外部被ばくによる実効線量、内部被ばくによる預託実効線量及びこれらを合計した実効線量は、小数第3位を四捨五入し小数第2位までの値を記載する。

ただし、外部被ばくによる実効線量の下限値及び内部被ばくによる預託実効線量の下限値を0.01mSv、合計した実効線量の下限値を0.02mSvとし、算出した実効線量が下限値未満の場合は下限値に「<」を付して記載する。

それぞれの実効線量及び合計した実効線量は、丸めた数値同士を足し合わせたことによる誤差を排除するため、計算過程では数値を丸めずに取り扱い、要領で定めた最小位までを端数処理して記載する。

線量算出要領では、施設寄与分を弁別して線量を算出することから、測定項目ごとに施設寄与分として弁別可能な測定値から求められる線量を算出して下限値を検討した結果、外部被ばく及び内部被ばくそれぞれの下限値は0.01mSvとする。また、合計した実効線量の下限値は、それぞれの下限値を合計した0.02mSvとする。

空間放射線量率の測定に係る人工放射線の弁別について

1 はじめに

青森県では、空間放射線量率の測定を NaI(Tl)シンチレーション検出器を用いて実施している。自然環境において空間放射線量率には、Rn-222 の壊変生成物が降雨雪とともに地上へ落下することによる上昇、また、積雪により大地からの放射線が遮へいされることによる低下等の変動がある。

環境放射線モニタリングの目的の 1 つは、原子力施設に起因する放射線による周辺住民等の線量の推定・評価であり、そのためには、原子力施設から放出された放射線・放射性核種による寄与を、自然放射線から弁別することが必要となる。NaI(Tl)シンチレーション検出器は、入射した γ 線のエネルギー情報が得られるため、測定器に装備したシングルチャンネルアナライザ(SCA)の計数率を用いて施設からの寄与を弁別することが可能であり、この方法(SCA 弁別法)を γ 線の外部被ばくによる実効線量の算出に活用する。

2 SCA(Bi)及び SCA(Tl)の設定

図 1 に NaI(Tl)シンチレーション検出器による環境 γ 線スペクトルを示す。ここで、SCA(Bi)を Bi-214 から放出される γ 線(1.76MeV,2.20MeV)を含むエネルギー領域(1.65~2.5MeV)の計数率(cps)、SCA(Tl)を Tl-208 から放出される γ 線(2.62MeV)を含む領域(2.51~3.0MeV)の計数率(cps)と定義する。

図 1 には晴天時及び降雨時における環境 γ 線スペクトルをそれぞれ示している。降雨時においては、SCA(Bi)が晴天時より高くなっているが、SCA(Tl)は晴天時とほとんど変わらない。

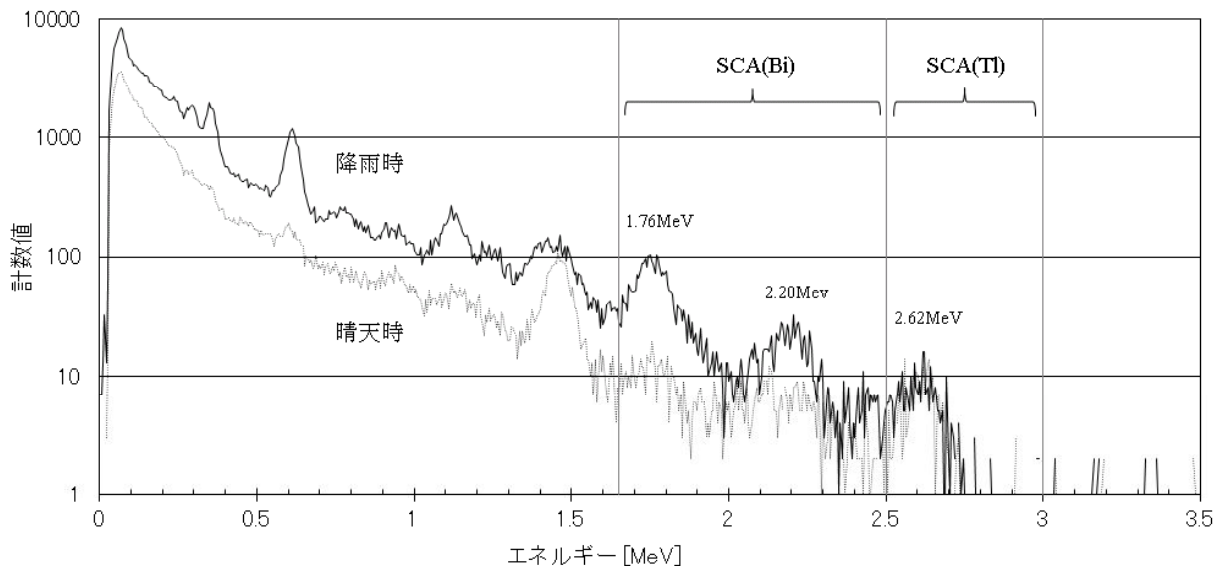


図 1 晴天時と降雨時の環境 γ 線スペクトル及び SCA(Bi)と SCA(Tl)のエネルギー範囲

3 空間放射線量率、SCA(Bi)及び SCA(Tl)の変動状況

平成 17 年度 1 年間の尾駈局における空間放射線量率、積雪深、SCA(Bi)及び SCA(Tl)の推移を図 2 に示す。この結果には原子力施設からの影響は含まれておらず、自然変動のみである。

空間放射線量率と SCA(Bi)は、年間を通じて、降雨雪の影響により短時間で大きな上昇を示すとともに、積雪期には大地からの放射線が遮へいされるため、積雪深が大きくなるに伴いベースラインが低下している。Rn-222 の壊変系列を図 3 に示す。空間放射線量率の上昇については、大地などから散逸した Rn-222 の半減期が比較的長いことから大気中に広く拡散しており、その壊変生成物(主として Bi-214)が降雨雪とともに、地上へ落下することによるものと考えられる。

SCA(Tl)は、降雨雪による変動はほとんどなく、積雪が多いほど低下する傾向を示している。Rn-220 の壊変系列を図 4 に示す。Tl-208 の親核種である Rn-220 は、半減期が 55.6s と短く大気中に広く分布できないことから、降雨雪とともに地上に落下する Tl-208 が少ないためと考えられる。一方、Tl-208 は、Bi-214 と同様、土壤中に多く存在することから、積雪による遮へい効果が見られている。

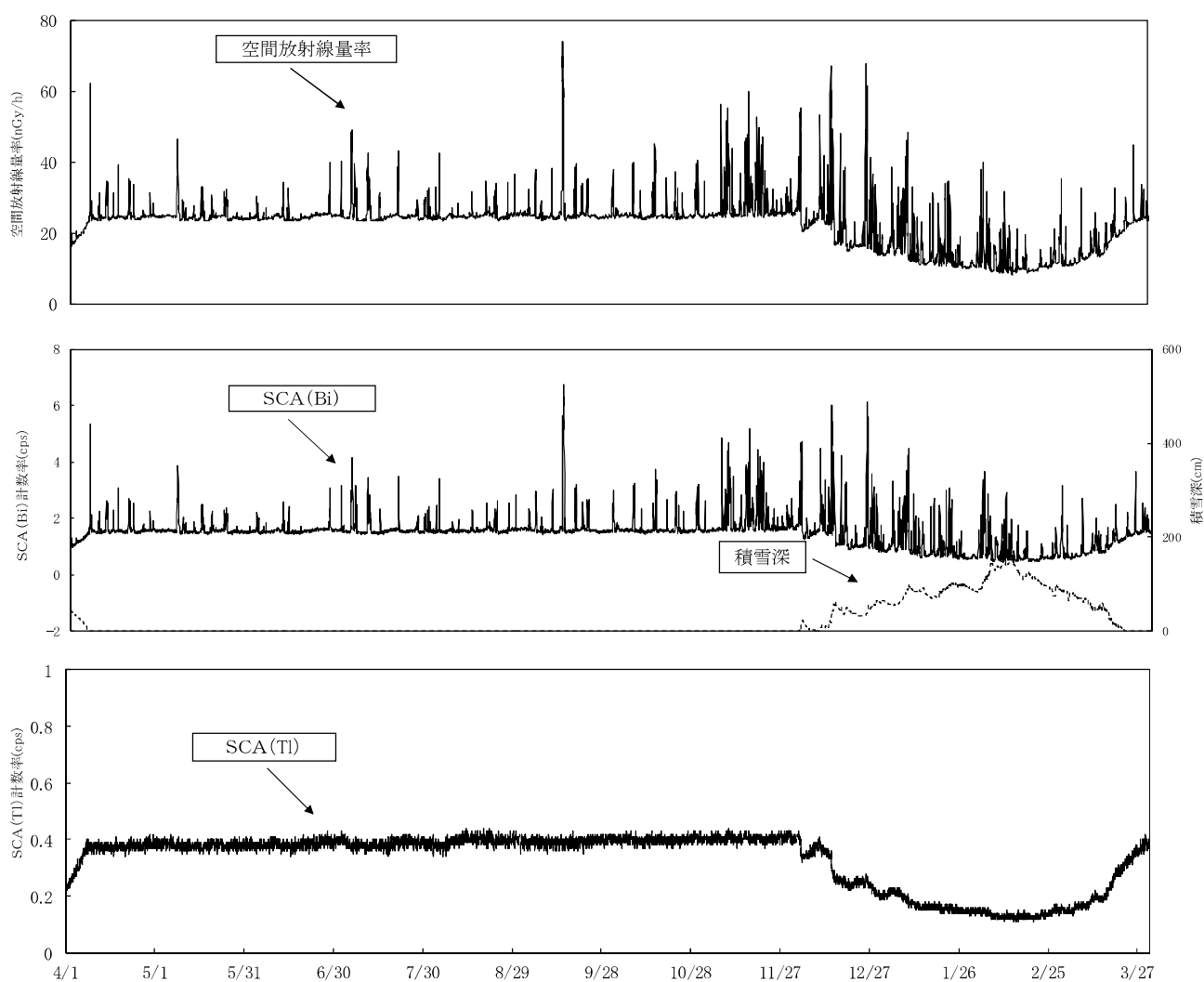


図 2 空間放射線量率、積雪深、SCA(Bi)及び SCA(Tl)の推移(H17 尾駈局[1 時間値])

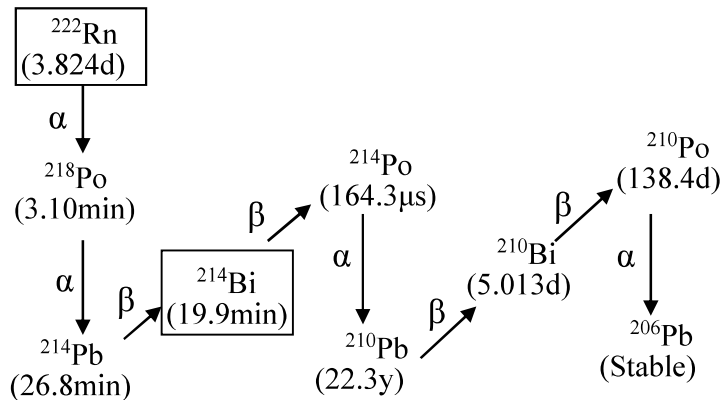


図3 Rn-222の壊変系列

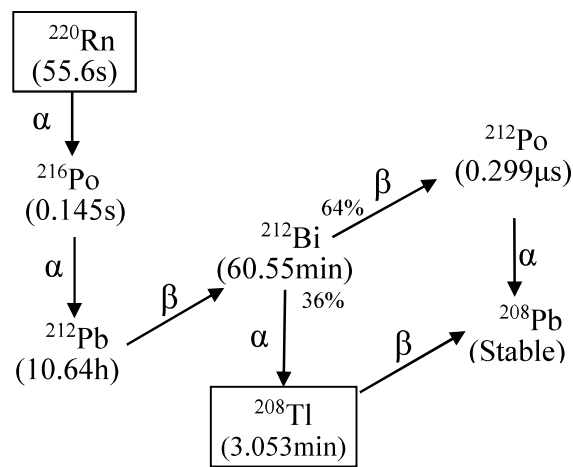


図4 Rn-220の壊変系列

4 人工放射線の弁別方法

図2において、空間放射線量率とSCA(Bi)が同様の変動を示していることから、両者の関係を散布図として図5に示した。両者の間には、正の相関が認められており、SCA(Bi)は空間放射線量率の降雨雪による上昇分の指標になると考えられるが、積雪のない時期(4月～11月)と積雪期(12月～3月)で異なる相関を示した。

また、図2では、SCA(Tl)が、積雪による空間放射線量率のベースラインの低下と同様の变化を示していることから、積雪期(12～3月)における、降雨雪による上昇がない空間放射線量率とSCA(Tl)の関係を散布図として図6に示した。両者には正の相関が認められていることから、SCA(Tl)は、空間放射線量率の積雪による遮へい効果の指標として用いることができるものと考えられる。

以上のことから、自然放射線に起因する空間放射線量率を以下の重回帰式(式(1))により推定することとし、この値を「推定自然線量率」とした。人工放射線に起因する空間放射線量率「推定人工線量率」は、式(2)のように、空間放射線量率測定値から推定自然線量率を差し引くことにより求めることができる。

$$\text{推定自然線量率} = a \times \text{SCA}(\text{Bi}) + b \times \text{SCA}(\text{Tl}) + c \quad \dots \text{式(1)}$$

$$\left[\begin{array}{l} a, b, c : \text{重回帰分析により求めた定数} \\ \text{SCA}(\text{Bi}) : \text{Bi-214 領域の計数率 (cps)} \\ \text{SCA}(\text{Tl}) : \text{Tl-208 領域の計数率 (cps)} \end{array} \right]$$

$$\text{推定人工線量率} = \text{空間放射線量率測定値} - \text{推定自然線量率} \quad \dots \text{式(2)}$$

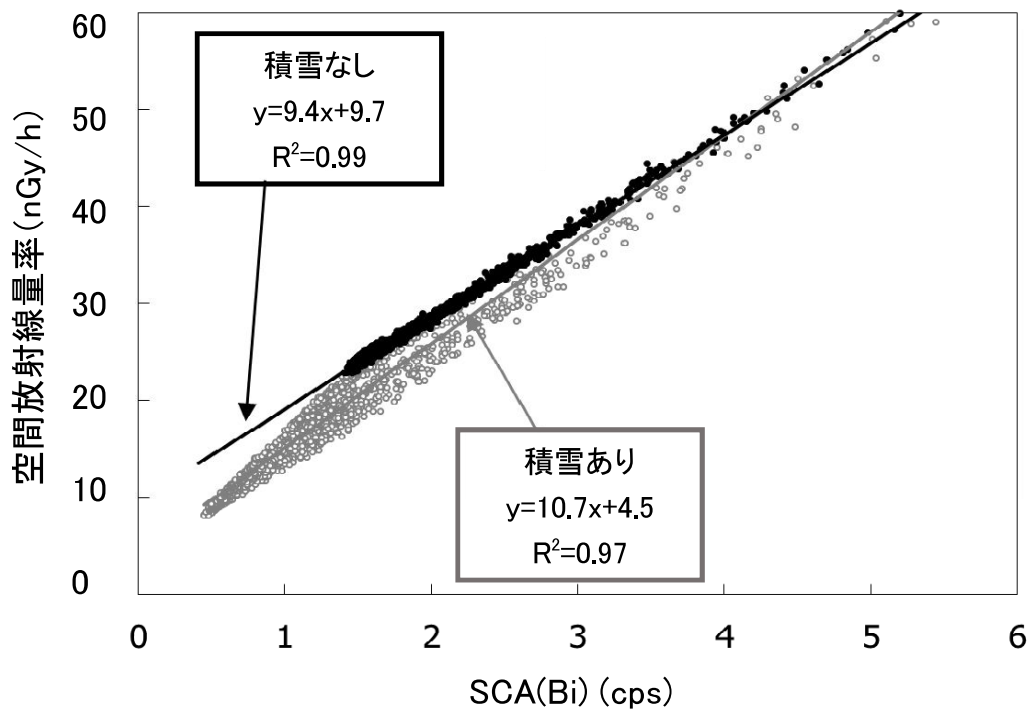


図5 空間放射線量率とSCA(Bi)の関係
 (H17尾駁局:積雪のない時期(4~11月)と積雪のある時期(12~3月))

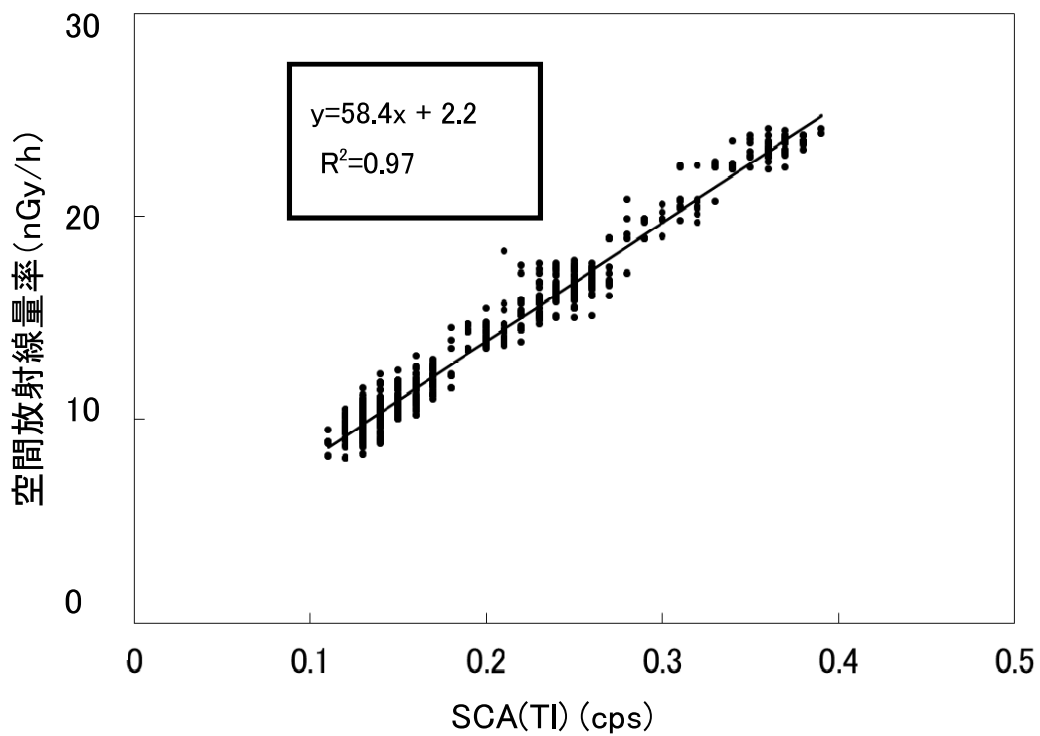


図6 降雨雪による上昇がない時間帯の空間放射線量率とSCA(Tl)の関係
 (H17年12月~H18年3月 尾駁局)

原子力施設等からの人工放射線の影響がない平成 17 年度 1 年間の尾駮局の測定値を用いて、式(1)の a, b 及び c を決定した。この式(1)と個々の SCA(Bi)及び SCA(Tl)測定値から推定自然線量率を算出し、空間放射線量率測定値から差し引いて求めた推定人工線量率を、1 年分プロットしたのが図7である。年間をとおして、降雪や積雪の影響が除かれており、ほぼ 0 に近い値となっている。表 1 は、推定人工線量率の変動分布をまとめたものであり、平均値は 0.00nGy/h、標準偏差は 0.36、最小値～最大値は -1.5nGy/h～2.7nGy/h、全データの 99%以上が±1nGy/h の範囲内であった。人工放射線の影響がない状況では、推定自然線量率は空間放射線量率測定値とよく一致していることから、本法により空間放射線量率測定における人工放射線の寄与を弁別することが可能と考えられる。

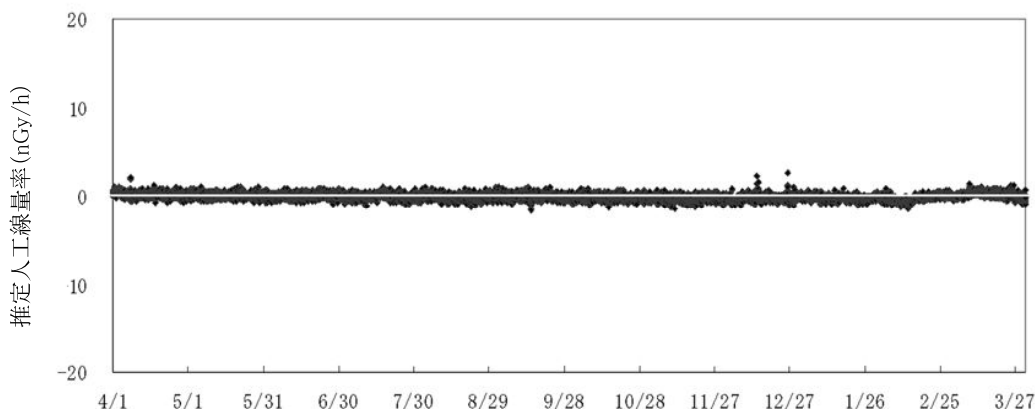


図 7 人工放射線の影響がない測定結果に係る推定人工線量率(H17 年度 尾駮局)

表 1 人工放射線の影響がない測定結果に係る推定人工線量率の変動分布 (nGy/h)

平均値	標準偏差	最小値	最大値	差(絶対値)		
				0～1	1～2	2～3
0.00	0.36	-1.5	2.7	8,636個 (99.1%)	73個 (0.8%)	4個 (0.1%)

5 再処理工場アクティブ試験による影響の推定事例

六ヶ所再処理工場では、平成 18 年 3 月からアクティブ試験が行われており、使用済燃料のせん断・溶解に伴い、断続的に Kr-85 が放出された。Kr-85 は、主としてβ線を、わずかにγ線(514keV,放出割合 0.0043)も放出する希ガスである。

図 8 に尾駮局における平成 19 年 10 月 28 日から 30 日までと平成 20 年 1 月 12 日から 14 日までの空間放射線量率、SCA(Bi)、推定人工線量率、大気中 Kr-85 濃度等の推移を示す。左側の 10 月の期間では、空間放射線量率及び大気中 Kr-85 濃度とともに推定人工線量率が上昇している。SCA(Bi)の変化が小さいことからわかるように降雪の影響がわずかであったことにより、Kr-85 による空間放射線量率の上昇分と推定人工線量率はほぼ等しくなっている。

一方、右側の 1 月の期間では、SCA(Bi)が、空間放射線量率、推定人工線量率及び大気中 Kr-85 濃度と同時に上昇しており、空間放射線量率の増加には、降雪による天然放射性核種と Kr-85 の両方の寄与が含まれている。さらに、この期間に積雪が増加しているが、推定人工線量率は、降雪による天然放射性核種の影響と積雪による遮へいの影響を除外し、Kr-85 からの寄与のみを示していると考えられる。

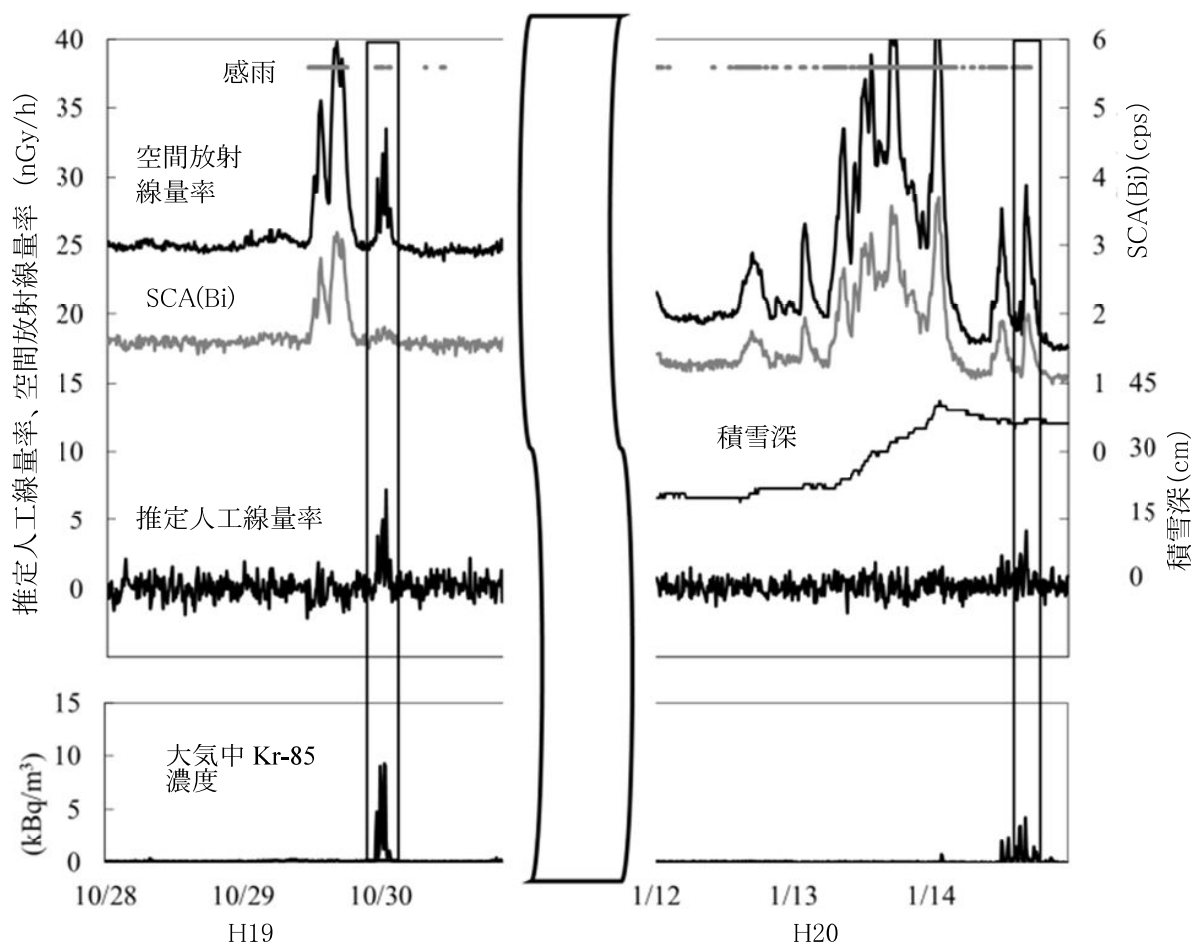


図8 再処理工場から Kr-85 の放出のあった期間の尾駱局における空間放射線量率、SCA(Bi)計数率、推定人工線量率、感雨、積雪深、大気中 Kr-85 濃度の推移(10 分値)

6 参考文献

K.Kumagai, H.Ookubo and H.Kimura, "Discrimination between natural and other Gamma-ray sources from environmental gamma-ray dose rate Monitoring data" Radiation Protection Dosimetry (2015), pp.1-5

推定人工線量率による実効線量の算出における積算方法の妥当性について

1 目的

γ線による外部被ばく実効線量の算出においては、SCA 弁別法による推定人工線量率の計算値(1時間値)1年分を正の値も負の値も全て積算することとしているため、その妥当性について検討を行った。

2 検討方法

空間放射線量率計(NaI(Tl)シンチレーション検出器)の保守点検時の標準線源照射結果を用い、以下のとおり検討した。

- ・標準線源照射時間から計算した線量と、当該時間帯における推定人工線量率の積算値、また、保守点検期間を含む一定期間(3カ月間)における推定人工線量率の積算値を比較する。

検討には、平成25年10～12月のモニタリングポスト(以下「MP」という。)東北町役場局の測定値を用いた。当該局において、保守点検は平成25年10月10日に実施され、それ以外の期間では人工放射線の影響はみられていない。なお、保守点検時のデータは欠測としている。

3 結果

図1に平成25年10～12月におけるMP東北町役場の空間放射線量率測定値及び推定人工線量率のトレンド、図2にその期間のうちの平成25年10月10日のトレンドを示す(データは1時間値)。

- ・10月10日の標準線源照射時間は保守点検記録によると14:27～14:58の31分間であり、検出器実効中心での線量率は215 nGy/hであった。よって標準線源による照射値は $215 \times 31 / 60 = 111$ nGyとなる。
- ・図2の10月10日14:00～15:00の1時間の値は、空間放射線量率測定値が125 nGy、推定人工線量率が108 nGyとなり、推定人工線量率は標準線源による照射値とほぼ一致した。また、10月10日の保守点検実施時間以外の空間放射線量率測定値は17～18 nGy/hであり、推定人工線量率は自然放射線による影響をほぼ完全に排除していた。
- ・図1において10～12月における推定人工線量率計算値を正の値も負の値も全て積算すると117 nGyとなり、10月10日の標準線源照射値とほぼ等しくなった。参考として、推定人工線量率の正の値のみを積算した場合は325 nGyとなり、実際よりかなり大きい結果となった。

以上の結果をまとめると表1のとおりとなり、人工放射線源照射時の推定人工線量率は、照射値とほぼ一致すること、この事象を含む3箇月間の推定人工線量率の積算値も照射値とほぼ一致することが確認された。

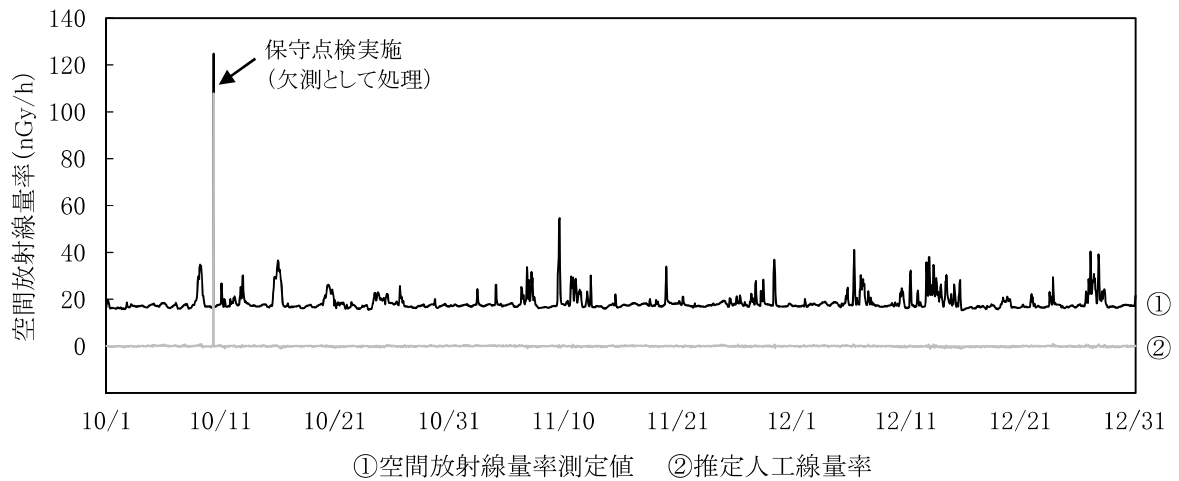


図1 MP 東北町役場におけるトレンド(平成 25 年 10~12 月 保守点検時含む)

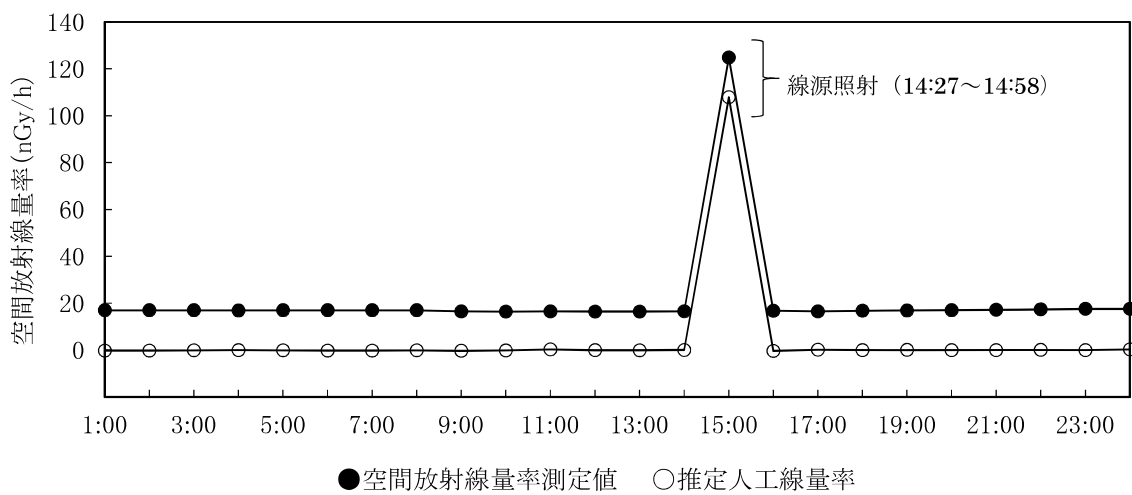


図2 MP 東北町役場におけるトレンド(平成 25 年 10 月 10 日 1 時間値)

表 1 標準線源照射値と推定人工線量率の比較(照射値は 111 nGy)

推定人工線量率(積算期間)	推定人工線量率 積算方法	値(nGy)	標準照射値との比
平成 25 年 10 月 10 日 14:00~15:00(1 時間)	—	108	0.97
平成 25 年 10 月~12 月(3 カ月間)	正負すべて	117	1.05
平成 25 年 10 月~12 月(3 カ月間)	正のみ	325	2.93

β線による外部被ばく実効線量算出方法について

1. 実効線量算出方法

大気中気体状β放射能濃度は、環境の大気をβ線ガスモニタに吸引し、そのときの計数率からバックグラウンド計数率を差し引いた後、クリプトン濃度換算係数を乗じて算出している。定量下限値は2 kBq/m³である。β線による実効線量は、大気中気体状β放射能測定値(以下「測定値」という。)を1年間分すべて積算し、これに皮膚の等価線量係数、体表面積の平均化係数及び組織荷重係数を乗じて算出する。

実効線量の算出における測定値の積算方法としては、以下の3つの方法が考えられる。

①定量下限値以上の測定値を積算

②せん断・溶解期間のみ定量下限値未満の測定値(ND)を定量下限値として積算

③放射能濃度計算値について正負の値をすべて積算

①の方法は、NDを積算に用いないことから、評価結果はやや低めとなる。②の方法は、施設の風上に位置するなど施設寄与が想定されない場合もNDを定量下限値として積算することになるため、過大評価となる場合がある。特に、施設から離れた地点で顕著になると考えられる。③の方法は、空間放射線量率測定結果に基づく外部被ばく実効線量の場合と同様に、測定値の計算過程の値を正負すべて用いて計算するため、①及び②に比べより現実的な評価となるが、施設からの影響がないときの計数率として適切なバックグラウンド計数率をどのように設定するかが課題となる。このようなことから、六ヶ所再処理工場の本格操業後の状況も考慮し、適切なバックグラウンド計数率の決定方法について以下のとおり検討した。

2. 大気中気体状β放射能測定における計数率の変動状況

施設に最も近い尾駈局のせん断・溶解作業が行われていない平成22年4月～平成27年7月の期間の計数率の時系列グラフを図1に示す。夏季に計数率が上昇する季節変動がみられるが、大気中の天然放射性核種の影響と考えられる。同局の平成26年度の計数率のヒストグラムを図2に示す。夏季の上昇分が最頻値を中心とした分布の右側のすそ野に見られており、この上昇分を除くと最頻値を中心として両側にほぼ同様に分布することから、バックグラウンド計数率を1年間の最頻値として実効線量を算出すると正の値と負の値がほぼ相殺されることがわかる。

尾駈局における平成19年度のアクティブ試験におけるせん断・溶解期間の変動状況を図3に示す。計数率は再処理工場から放出されたクリプトン-85の影響により急激に上昇するが、すぐにベースライン付近まで戻る場合が多いことがわかる。この期間の計数率の最頻値(19.3 s⁻¹)をヒストグラムから算出し、図3に点線で示す。この値は時系列グラフのベースラインと考えることができる。平成19年度1年間の計数率の最頻値は19.2 s⁻¹であり、この期間の値とほぼ一致した。このことから、再処理工場が操業し、施設から測定値への影響が定常的に見られる状況になっても、1年間の計数率の最頻値をバックグラウンドとして適用できると考えられる。

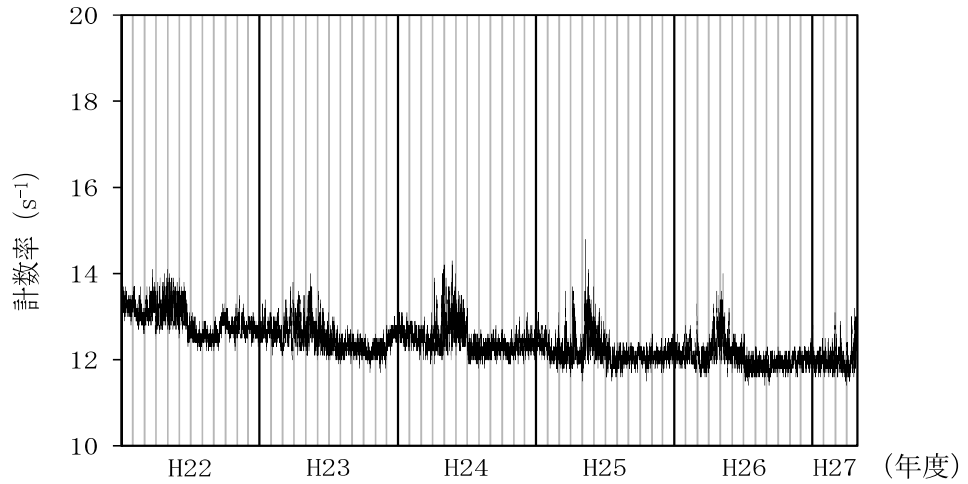


図1 計数率の時系列グラフ(平成22~27年度 尾駁局)

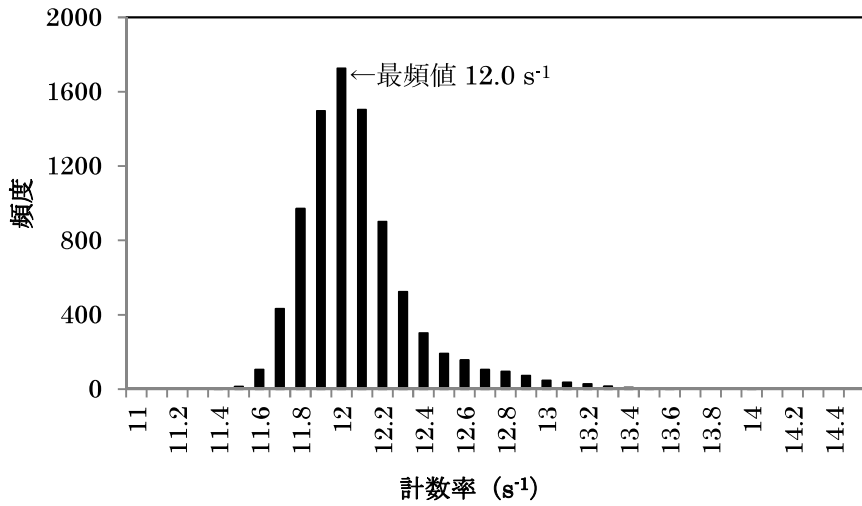


図2 計数率のヒストグラム(平成26年度 尾駁局)

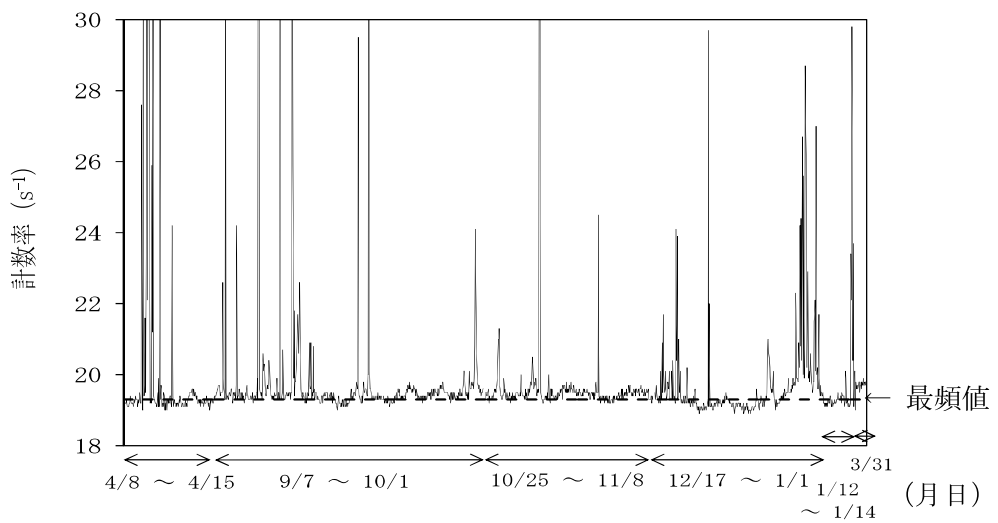


図3 アクティブ試験のせん断・溶解期間における計数率の時系列グラフ(平成19年度 尾駁局) ※測定器は、平成21年度に更新した。

3. バックグラウンド計数率の検討

大気中気体状 β 放射能測定の見数率の変動状況から、バックグラウンド計数率の決定方法としては、以下の方法が考えられる。

- ①1年間すべての計数率の最頻値
 - ②保守点検で検出器内に窒素ページを行ったときの計数率の平均値
 - ③せん断・溶解期間以外の1年間すべての計数率の平均値
- 以上の方法で決定したバックグラウンド計数率を表1に示す。

表1 3つの方法により求めたバックグラウンド計数率(H26尾駁局) [単位: s^{-1}]

①最頻値	②窒素ページ	③年間平均値
12.0	11.5(点検3回の平均値)	12.1

表1をみると、①最頻値と③年間平均値は、ほぼ一致している。一方、②窒素ページは③年間平均値よりも $0.6 s^{-1}$ 低くなった。これは、実際の環境大気を吸引した場合の見数率には、天然の放射性核種の影響があるためと考えられる。

得られたバックグラウンド計数率をもとに、施設寄与のない平成26年度1年間の測定値を用いて実効線量を試算した結果を表2に示す。①最頻値及び②窒素ページの方法による試算結果は、いずれも外部被ばく線量の下限值 $0.01 mSv$ に比べて十分小さい値となっているが、②の試算結果が①の試算結果に比べて高い値となった。③年間平均値による試算結果はほぼゼロとなっているが、施設操業後はせん断・溶解期間以外の期間の見数率の平均値をとることになるため、見数率の季節変動を考慮すると、用いる期間により平均値が変化する可能性がある。

一方、最頻値は、せん断・溶解期間を含め、年間を通じた見数率のベースラインになるため、バックグラウンド計数率として最も適切と考えられる。

表2 3つの方法によるバックグラウンド計数率から求めた年間の実効線量試算結果(H26尾駁局) [単位: mSv]

①最頻値	②窒素ページ	③年間平均値
0.000045	0.00032	8E-17

4. 結 論

以上のことから、 β 線による外部被ばく実効線量の評価方法として、1年間すべての計数率の最頻値をバックグラウンド計数率とし、大気中気体状 β 放射能濃度計算値を正負すべて積算する方法が、最も現実的な方法と考えられる。

測定結果に基づく線量算出要領における具体的算出例 (環境試料中の放射能)

線量算出要領に基づき、食品等の種類ごとに核種濃度等を算出する際の具体例を示す。

1 米、葉菜及び根菜・いも類における核種濃度(線量算出要領 2. (2) 4)①)

該当する環境試料の最も高い測定値を、食品等の種類ごとの核種濃度として用いる(トリチウム、炭素-14 については後述 6 及び 9 のとおり)。

【例】葉菜の〇〇核種の測定結果(サイクル) (定量下限値 0.4 Bq/kg 生の場合)

試料名	地点	測定値	食品等の種類ごとの核種濃度 (葉菜)
ハクサイ	出戸	0.7	最も高い測定値 0.7 Bq/kg 生
ハクサイ	千樽	0.5	
キャベツ	横浜町	ND	

※バックグラウンドの差し引き(線量算出要領 2. (2) 5)①)

セシウム-137、ストロンチウム-90、プルトニウム等について、当該地点における過去 3 年間のモニタリング結果に定量下限値以上の測定値がある場合、対象施設からの寄与が認められない測定値の平均値をバックグラウンドとして差し引く。定量下限値未満の測定値が含まれる場合は、安全側の評価とするため 0 として取り扱う。

【計算例】根菜・いも類の ^{90}Sr 測定結果(サイクル) (定量下限値 0.04 Bq/kg 生の場合)

試料名	地点	測定値	過去 3 年間の 測定値	差し引くバックグラウンド	食品等の種類ごとの核種濃度 (根菜・いも類)
ダイコン	出戸	0.51	0.11,0.23,0.18	$(0.11+0.23+0.18)/3=0.17$	$0.51-0.17=0.34$
バレイショ	尾駸	0.04	ND,ND,ND	—	0.04
ナガイモ	東北町	0.05	0.06,0.05,0.05	$(0.06+0.05+0.05)/3=0.053$	—
ナガイモ	平沼	0.07	0.04,ND,ND	$(0.04+0+0)/3=0.013$	$0.07-0.01=0.06$

} 最も高い
測定値
ダイコン
0.34
Bq/kg 生

2 海水魚における核種濃度(線量算出要領 2. (2) 4)②)

該当する環境試料の最も高い測定値を、食品等の種類ごとの核種濃度として用いる(トリチウムについては後述 7 のとおり)。

【例】海水魚 ○○核種の測定結果(東通原発) (定量下限値 0.4 Bq/kg 生の場合)

試料名	地点	測定値	食品等の種類ごとの核種濃度 (海水魚)
ヒラメ(県) ※サイクルと共通試料	六ヶ所村前面海域	0.4	最も高い測定値 0.6 Bq/kg 生
カレイ	東通村太平洋側 海域	ND	
ウスメバル		0.6	
コウナゴ		ND	
ヒラメ(事業者)	東通村太平洋側 海域	0.5	
アイナメ		0.5	

3 淡水魚、無脊椎動物(海水産)、無脊椎動物(淡水産)、海藻類及び牛肉における核種濃度 (線量算出要領 2. (2) 4)③)

該当する環境試料の最も高い測定値を、食品等の種類ごとの核種濃度として用いる。

【例】無脊椎動物(海水産)の○○核種の測定結果(東通原発) (定量下限値 0.4 Bq/kg 生の場合)

試料名	地点	測定値	食品等の種類ごとの核種濃度 (無脊椎動物(海水産))
アワビ	小田野沢沖	0.5	最も高い測定値 0.5 Bq/kg 生
ホタテ	横浜町前面海域	ND	
タコ	小田野沢沖	ND	
ホタテ	浜奥内沖	ND	
ウニ	小田野沢沖	ND	

4 牛乳における核種濃度(線量算出要領 2. (2) 4)④)

全採取地点における四半期ごとの最大値を年間で平均した値を用いて算出する。

【例】牛乳における○○核種の測定結果(サイクル) (定量下限値 0.4 mBq/L の場合)

試料名	地点	測定値				食品等の種類ごとの核種濃度 (牛乳)
		第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期	
牛乳	二又	0.8	0.4	ND	ND	四半期ごとの全採取地点の最大 値を用いて年間平均値を算出 $(0.8+0.5+ND(0.4)+0.4)/4$ $=2.1/4=0.53 \text{ mBq/L}$ ※第3四半期のNDは定量下限値 (0.4)を用いる。
	庄内	0.5	0.5	ND	ND	
	横浜町	ND	ND	ND	0.4	
	東北町	ND	ND	ND	ND	
	豊原	ND	ND	ND	ND	
	六原	ND	ND	ND	ND	
四半期最大値		0.8	0.5	ND	0.4	

5 飲料水及び空気における核種濃度(線量算出要領 2. (2) 4)⑤)

基本的にその地域で摂取されることから、採取地点ごとに年間平均値を算出し、その中で最も高い測定値とする。

【例】 飲料水(水道水)〇〇核種の測定結果(サイクル) (定量下限値 0.4 mBq/L の場合)

試料名	地点	測定値				地点ごとの年間平均値	食品等の種類ごとの核種濃度(飲料水)
		第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期		
水道水	尾駈	0.8	0.4	ND	ND	0.5	(例)尾駈 $(0.8+0.4+ND(0.4)+ND(0.4))/4=2.0/4=0.5$
	尾駈(事業者)	0.5	0.5	ND	ND	0.45	
	二又	ND	ND	ND	0.4	0.4	地点ごとの年間平均値で最も高い測定値 0.5 mBq/L(尾駈)

【例】 飲料水(水道水・井戸水)〇〇核種の測定結果(東通原発) (定量下限値 0.4 mBq/L の場合)

試料名	地点	測定値				地点ごとの年間平均値	食品等の種類ごとの核種濃度(飲料水)
		第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期		
水道水	老部	0.8	0.5	ND	0.4	0.53	(例)老部 $(0.8+0.5+ND(0.4)+0.4)/4=2.1/4=0.53$ 地点ごとの年間平均値で最も高い測定値 0.6 mBq/L (井戸水(浜奥内))
	砂子又	0.5	0.5	ND	ND	0.45	
	一里小屋	ND	ND	ND	0.4	0.4	
井戸水	浜奥内	—	0.8	—	ND	0.6	
	白糠	—	0.4	—	ND	0.4	

【例】 空気 大気浮遊じん 〇〇核種の測定結果(サイクル) (定量下限値 0.2 mBq/m³ の場合)

地点	第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期	年間平均値	核種濃度(空気)
尾駈	0.4	0.3	ND	ND	0.28	(例)尾駈 $(0.4+0.3+ND(0.2)\times 2)/4=1.1/4=0.28$ 地点ごとの年間平均値で最も高い測定値 0.28 mBq/m ³ (尾駈)
吹越	0.2	0.3	ND	ND	0.23	
老部川	0.2	ND	ND	ND	0.2	
二又	0.3	ND	ND	ND	0.23	
室ノ久保	ND	ND	ND	ND	0.2	

【例】 空気 大気中ヨウ素-131 の測定結果(サイクル) (定量下限値 0.2 mBq/m³)

各月における平均値を用い、地点ごとに年間平均値を求め、その中で最も高いものを核種濃度とする。

地点	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年間 平均値
尾駈	0.9	0.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.3	0.28
吹越	0.4	0.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.3	0.23
老部川	0.8	0.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.4	0.28
二又	1.0	0.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.3	0.28
室ノ久保	1.4	0.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.4	0.33

(年間平均値計算例)

尾駈 (0.9+0.3+ND(0.2)×9+0.3)/12=3.3/12=0.28

室ノ久保 (1.4+0.3+ND(0.2)×9+0.4)/12=3.9/12=0.33

地点ごとの平均で最も高い値→ 0.33 mBq/m³ (室ノ久保)

【預託実効線量の算出例】

預託実効線量(mSv) = 年間の核種摂取量(Bq) × 実効線量係数(mSv/Bq)

= 施設に起因する核種濃度(食品等の種類ごと) × 食品等の1日の摂取量
× 食品等の摂取日数 × 実効線量係数(mSv/Bq)

$$= \left[\begin{array}{l} \text{食品等の1日の摂取量 空気 } 22.2\text{m}^3 \\ \text{1Bqを吸入摂取した場合の成人の実効線量係数} (^{131}\text{I}) \quad 1.5 \times 10^{-5} \text{ mSv/Bq} \end{array} \right]$$

$$= 0.33 \text{ (mBq/m}^3) \times 22.2 \text{ (m}^3/\text{日}) \times 365 \text{ (日)} \times 1.5 \times 10^{-5} \text{ (mSv/Bq)} = 4.0 \times 10^{-5} \text{ (mSv)}$$

6 米、葉菜、根菜・いも類及び牛乳中のトリチウム濃度(線量算出要領 2.(2)4)⑥ア)

食品中トリチウムの核種濃度については、次式を用いて算出する。

食品中トリチウムの核種濃度 (Bq/kg)

= (トリチウム濃度 (Bq/L) / 水 1L 当たりの水素量(kg/L)) × 食品中の水素の質量割合

食品中の水素の質量割合は自由水及び有機物を合計したものであり、実効線量係数については数値の大きい有機物の値を用いる。

大気中水蒸気状トリチウムに施設寄与が認められた場合、米、葉菜、根菜・いも類及び牛乳に移行することが考えられるため、環境試料中の自由水及び有機物のトリチウム比放射能が大気中水分の比放射能と等しいと仮定して食品中トリチウム濃度を算出する。

【預託実効線量の算出例】

線量算出要領 2.(2)3)の式(7)、式(8)及び線量算出要領 2.(2)4)⑥の式(9)より

預託実効線量(mSv) = 年間の核種摂取量(Bq) × 実効線量係数(mSv/Bq)

= 施設に起因する核種濃度(食品等の種類ごと) × 食品等の1日の摂取量 × 食品等の摂取日数
× 実効線量係数(mSv/Bq)

= (大気水分中トリチウム測定結果の年間平均値の最大値(Bq/L) / 水 1L 当たりの水素量(kg/L))

× 食品中の水素の質量割合 × 食品等の1日の摂取量 × 食品等の摂取日数 × 実効線量係数(mSv/Bq)

食品等の1日の摂取量 米 320g、葉菜 370g、根菜・いも類 230g、牛乳 0.25 L/日
 1Bqを経口摂取した場合の成人の実効線量係数(³H)(有機物) 4.2×10^{-8} mSv/Bq
 水 1L 当たりの水素量 $1 \times 2/18 = 0.11$ kg/L
 食品中の水素の質量割合 米 0.066、葉菜 0.11、根菜・いも類 0.10、牛乳 0.11

大気水分中濃度が 2.1 Bq/L の場合

米 $2.1 \text{ (Bq/L)} / 0.11 \text{ (kg/L)} \times 0.066 \times 0.32 \text{ (kg)} \times 365 \text{ (日)} \times 4.2 \times 10^{-8} \text{ (mSv/Bq)}$
 $= 6.2 \times 10^{-6} \text{ (mSv)}$

葉菜 $2.1 \text{ (Bq/L)} / 0.11 \text{ (kg/L)} \times 0.11 \times 0.37 \text{ (kg)} \times 365 \text{ (日)} \times 4.2 \times 10^{-8} \text{ (mSv/Bq)}$
 $= 1.2 \times 10^{-5} \text{ (mSv)}$

根菜・いも類 $2.1 \text{ (Bq/L)} / 0.11 \text{ (kg/L)} \times 0.10 \times 0.23 \text{ (kg)} \times 365 \text{ (日)} \times 4.2 \times 10^{-8} \text{ (mSv/Bq)}$
 $= 6.7 \times 10^{-6} \text{ (mSv)}$

牛乳 $2.1 \text{ (Bq/L)} / 0.11 \text{ (kg/L)} \times 0.11 \times 0.25 \text{ (kg)} \times 365 \text{ (日)} \times 4.2 \times 10^{-8} \text{ (mSv/Bq)}$
 $= 8.0 \times 10^{-6} \text{ (mSv)}$

7 海水魚中のトリチウム濃度(線量算出要領 2. (2) 4)⑥ア)

海水魚については、ヒラメ等の自由水トリチウムの最も高い測定値をトリチウム濃度として用いる。食品中トリチウムの核種濃度は、自由水と有機物のトリチウムを合わせたものであるため、食品中の水素の質量割合を用いて、有機物のトリチウム比放射能が自由水に等しいと仮定して算出する。

【例】 海水魚(ヒラメ)のトリチウム測定結果(サイクル) (定量下限値 2 Bq/L の場合)

試料名	地点	測定値	食品等の種類ごとの核種濃度 (海水魚)
ヒラメ(県)	六ヶ所村前面海域	3	最も高い測定値 3 Bq/L
ヒラメ(事業者)	六ヶ所村前面海域	ND	

【預託実効線量の算出例】

預託実効線量(mSv) = 年間の核種摂取量(Bq) × 実効線量係数(mSv/Bq)
 = 施設に起因する核種濃度(食品等の種類ごと) × 食品等の1日の摂取量 × 食品等の摂取日数
 × 実効線量係数(mSv/Bq)
 = (自由水中トリチウムの最大値(Bq/L) / 水 1L 当たりの水素量(kg/L)) × 食品中の水素の質量割合(0.10)
 × 食品等の1日の摂取量 × 食品等の摂取日数 × 実効線量係数(mSv/Bq)
 = $3 \text{ (Bq/L)} / 0.11 \text{ (kg/L)} \times 0.10 \times 0.2 \text{ (kg)} \times 365 \text{ (日)} \times 4.2 \times 10^{-8} \text{ (mSv/Bq)}$
 = $8.4 \times 10^{-6} \text{ (mSv)}$

8 空気中のトリチウム濃度(線量算出要領 2. (2) 4)⑥イ)

採取地点ごとに年間平均値を求め、その中で最も高い値をトリチウム濃度とする。(線量算出要領 2. (2) 4)⑤と同様)

【例】大気中トリチウム測定結果(サイクル)

(定量下限値 40 mBq/m³)

地点	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年間 平均値
尾駸	ND	ND	ND	45	48	ND	50	ND	ND	ND	ND	ND	42
老部川	ND	ND	ND	ND	45	ND	47	ND	ND	ND	ND	ND	41
二又	ND	ND	ND	ND	ND	ND	40	ND	ND	ND	ND	ND	40

(年間平均値計算例)

尾駸 (45+48+50+ND(40)×9)/12=503/12=42

老部川 (45+47+ND(40)×10)/12=492/12=41

地点ごとの年間平均値で最も高い値→ 42 mBq/m³ (尾駸)

【預託実効線量の算出例】

大気中トリチウム濃度が定量下限値を超えた場合は、皮膚からの吸収分を加算して算出する。

線量算出要領 2.(2)3)の式(7)、式(8)より

預託実効線量(mSv) = 年間の核種摂取量(Bq) × 実効線量係数(mSv/Bq)

= 施設に起因する核種濃度(食品等の種類ごと) × 食品等の1日の摂取量 × 食品等の摂取日数
× 実効線量係数(mSv/Bq)

$$\left(\begin{array}{l} \text{食品等の1日の摂取量 空気 } 22.2 \text{ m}^3 \text{ (水蒸気状トリチウムの場合は皮膚からの吸収分(呼吸による吸収分の} \\ \text{0.5倍)を加算する(ICRP Pub.71))} \\ \text{1Bqを吸入摂取した場合の成人の実効線量係数(}^3\text{H)(水) } 1.8 \times 10^{-8} \text{ mSv/Bq} \end{array} \right)$$

$$= 42 \text{ (mBq/m}^3\text{)} \times 22.2 \text{ (m}^3\text{/日)} \times 1.5 \times 365 \text{ (日)} \times 1.8 \times 10^{-8} \text{ (mSv/Bq)} = 9.2 \times 10^{-6} \text{ (mSv)}$$

9 米、葉菜及び根菜・いも類中の炭素-14の核種濃度(線量算出要領 2. (2) 4)⑦)

該当する環境試料中の放射能濃度に施設寄与分の炭素-14比放射能/比放射能測定値を乗じて算出し、その中で最も高い値を施設寄与分の炭素-14濃度とする。

施設寄与分の炭素-14濃度

= 放射能濃度測定値(Bq/kg 生) × (施設寄与分の比放射能(Bq/g 炭素) / 比放射能測定値(Bq/g 炭素))

= 放射能濃度測定値(Bq/kg 生)

× ((比放射能測定値(Bq/g 炭素) - バックグラウンド(Bq/g 炭素)) / 比放射能測定値(Bq/g 炭素))

※バックグラウンドの差し引き(線量算出要領 2. (2) 5)②)

過去3年間の施設寄与が認められない測定値の平均値をバックグラウンドとして差し引く。これが難しい場合は、施設寄与が認められない測定値を用いて求めた減衰曲線から、当該年度の炭素-14のバックグラウンドを推定し差し引く。

【計算例】農作物の炭素-14 測定結果(サイクル) (定量下限値 2 Bq/kg 生)

比放射能のバックグラウンドが 0.24Bq/g 炭素の場合

食品等の種類	試料	採取地点	測定値		核種濃度
			比放射能 (Bq/g炭素)	放射能濃度 (Bq/kg生)	
米	精米	尾駁(県)	0.24	91	施設寄与分の炭素-14濃度が最も高い値 尾駁(事業者) $100 \times (0.26 - 0.24) / 0.26 = 7.7$ Bq/kg生 戸鎖 $99 \times (0.26 - 0.24) / 0.26 = 7.6$ Bq/kg生
		尾駁(事業者)	0.26	100	
		千樽	0.25	93	
		戸鎖	0.26	99	
		二又	0.25	97	
		野辺地町	0.25	94	
葉菜	ハクサイ	出戸	0.25	5	
		千樽	0.26	6	
	キャベツ	横浜町	0.27	6	
根菜・ いも類	ナガイモ	平沼	0.26	18	$18 \times (0.26 - 0.24) / 0.26 = 1.4$ Bq/kg生
		東北町	0.24	15	
	ダイコン	出戸	0.27	7	

【預託実効線量の算出例】

線量算出要領 2.(2)3)の式(7)、式(8)及び線量算出要領 2.(2)4)⑦の式(10)より

預託実効線量(mSv) = 年間の核種摂取量(Bq) × 実効線量係数(mSv/Bq)

= 施設に起因する核種濃度(食品等の種類ごと) × 食品等の1日の摂取量 × 食品等の摂取日数
× 実効線量係数(mSv/Bq)

$$\left(\begin{array}{l} \text{食品等の1日摂取量 米 320g、葉菜 370g、根菜・いも類 230g} \\ \text{1Bqを経口摂取した場合の成人の実効線量係数} (^{14}\text{C}) \ 5.8 \times 10^{-7} \text{ mSv/Bq} \end{array} \right)$$

$$\text{米} \quad 7.7 \text{ (Bq/kg 生)} \times 0.32 \text{ (kg)} \times 365 \text{ (日)} \times 5.8 \times 10^{-7} \text{ (mSv/Bq)} = 5.2 \times 10^{-4} \text{ (mSv)}$$

$$\text{葉菜} \quad 0.67 \text{ (Bq/kg 生)} \times 0.37 \text{ (kg)} \times 365 \text{ (日)} \times 5.8 \times 10^{-7} \text{ (mSv/Bq)} = 5.2 \times 10^{-5} \text{ (mSv)}$$

$$\text{根菜・いも類} \quad 1.4 \text{ (Bq/kg 生)} \times 0.23 \text{ (kg)} \times 365 \text{ (日)} \times 5.8 \times 10^{-7} \text{ (mSv/Bq)} = 6.8 \times 10^{-5} \text{ (mSv)}$$

海水魚中トリチウムに係る実効線量係数について

1. はじめに

海水魚中トリチウムの経口摂取による預託実効線量は、自由水トリチウム(FWT)濃度と水の実効線量係数を用いて算出した値と、有機結合型トリチウム(OBT)濃度と有機物の実効線量係数を用いて算出した値を合わせることによって求めるのが最も現実的な方法であるが、OBT の分析をモニタリング対象としないことから、線量算出要領では、OBT の比放射能が FWT と等しいと仮定し、FWT 濃度と数値の大きい有機物の実効線量係数を用いて算出することとしている。このため、両者の算出方法を比較し、線量算出要領の方法の妥当性について検討した。

2. 検討結果

最も現実的な方法による預託実効線量は次の式により求められる。

$$\begin{aligned} & (\text{FWT 濃度}(\text{Bq}/\text{kg}) \times \text{実効線量係数}(\text{水}) + \text{OBT 濃度}(\text{Bq}/\text{kg}) \times \text{実効線量係数}(\text{有機物})) \\ & \times \text{食品摂取量}(\text{kg}/\text{年}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{FWT 濃度}(\text{Bq}/\text{kg}) &= (\text{FWT}(\text{Bq}/\text{L}) / \text{水 1L 当たりの水素量}(\text{kg}/\text{L})) \times \text{食品中の水素の質量割合}(\text{水}) \\ \text{OBT 濃度}(\text{Bq}/\text{kg}) &= (\text{OBT}(\text{Bq}/\text{L}) / \text{水 1L 当たりの水素量}(\text{kg}/\text{L})) \times \text{食品中の水素の質量割合}(\text{有機物}) \end{aligned}$$

ここで、水 1L 当たりの水素量 $1 \times 2/18 = 0.11(\text{kg}/\text{L})$ 、食品中の水素の質量割合を R、食品中の水素の比を水:有機物=84:16^{*}、実効線量係数(水) $1.8 \times 10^{-8}(\text{mSv}/\text{Bq})$ 、実効線量係数(有機物) $4.2 \times 10^{-8}(\text{mSv}/\text{Bq})$ とすれば式(1)となる。

$$\begin{aligned} & (\text{FWT}/0.11 \times 0.84 R \times 1.8 \times 10^{-8} + \text{OBT}/0.11 \times 0.16 R \times 4.2 \times 10^{-8}) \times \text{食品摂取量} \\ & = (1.51 R \times \text{FWT} + 0.67 R \times \text{OBT}) / 0.11 \times 10^{-8} \times \text{食品摂取量} \end{aligned} \quad \dots \text{式(1)}$$

線量算出要領に基づく預託実効線量は次の式により求められる。

$$\begin{aligned} & (\text{FWT}(\text{Bq}/\text{L}) / \text{水 1L 当たりの水素量}(\text{kg}/\text{L})) \times \text{食品中の水素の質量割合} \times \text{実効線量係数}(\text{有機物}) \\ & \times \text{食品摂取量}(\text{kg}/\text{年}) \end{aligned}$$

ここで、水 1L 当たりの水素量、食品中の水素の質量割合、実効線量係数を上記と同様とし、整理すると式(2)となる。

$$\text{FWT}/0.11 \times R \times 4.2 \times 10^{-8} \times \text{食品摂取量} = (4.2 R \times \text{FWT}) / 0.11 \times 10^{-8} \times \text{食品摂取量} \quad \dots \text{式(2)}$$

上記の算出方法について比較検討するため、式(2)から式(1)を差し引くと、次のとおりとなる。

$$\begin{aligned} \text{式(2)} - \text{式(1)} &= (4.2 R \times \text{FWT} - 1.51 R \times \text{FWT} - 0.67 R \times \text{OBT}) / 0.11 \times 10^{-8} \times \text{食品摂取量} \\ &= (2.69 \text{FWT} - 0.67 \text{OBT}) R / 0.11 \times 10^{-8} \times \text{食品摂取量} \end{aligned}$$

このことから、線量算出要領による算出結果が大きくなるのは式(2)－式(1) > 0、すなわち $2.69 \text{FWT} > 0.67 \text{OBT}$ の場合であり、FWT 濃度に対し OBT 濃度が 4 倍程度までであれば線量算出要領による算出結果が安全側の評価となる。

3. 結論

以上のように、OBT 濃度が FWT 濃度の 4 倍程度までであれば、線量算出要領による方法は安全側の評価になると考えられる。また、本県が調査研究として実施している環境試料中のトリチウム調査において、再処理工場のアクティブ試験の影響がみられた試料の OBT 濃度は FWT 濃度の半分程度であり、OBT 濃度が FWT 濃度を上回る調査結果は得られていない。このため、ある程度環境試料中トリチウム濃度に施設寄与が認められた場合であっても、線量算出要領の妥当性は確保できると考えられる。ただし、現状では、施設寄与が認められたデータ数が少ないことから、今後も調査研究として FWT 濃度と OBT 濃度の調査を行い、線量算出要領の妥当性を確認していくこととし、必要に応じ見直しを検討する。

※ 海水魚(ヒラメ)中の水素について

海水魚(ヒラメ)を凍結乾燥して回収した組織自由水と、凍結乾燥後の乾燥物を燃焼して回収した燃焼水それぞれの量から、ヒラメ中の水素の質量割合(単位重量当たりの検体に含まれる水素の重量)及び水と有機物に含まれる水素の比を求めた。

平成 22 年 6 月 10 日に採取したヒラメを例に計算手順を以下に示す。

凍結乾燥する前の検体 551.50g から凍結乾燥により回収された組織自由水は 422.45g、残った乾燥物は 129.05g であったため、検体 1kg 生当たりの組織自由水は 766g となる。次に乾燥物 129.05g を燃焼させて回収した燃焼水は 76.74g であったため、検体 1kg 生当たりの燃焼水は 139g となる。

組織自由水と燃焼水の合計は 905g/kg 生であるため、水素の質量割合は $905 \times 2 / 18 / 1000 = 0.10$ となる。また、回収された組織自由水の量と燃焼水の量の比から、水と有機物に含まれる水素の比は $766 : 139 = 85 : 15$ となる。

平成 22 年度から平成 26 年度の調査研究事業で採取したヒラメについて、上記と同様に計算した結果を下表に示す。本資料の 2. 検討結果における水と有機物に含まれる水素の比及び線量算出要領の海水魚に係る水素の質量割合については、下表の平均値を用いる。

表 ヒラメ中の水素の質量割合及び水と有機物に含まれる水素の比

項目	組織自由水 (g/kg 生)	燃焼水 (g/kg 生)	水素の質量割合
最小値～最大値	745～778	132～155	0.099～0.102
平均値	763	145	0.10
水と有機物に 含まれる水素の比	84:16		

・平成 22～26 年度の調査研究事業「環境試料中のトリチウム、炭素-14 及びヨウ素-129・131 調査」において県が採取したヒラメ 20 検体から得られた値を用いた。

原子力施設環境放射線調査報告書の訂正について

原子力施設環境放射線調査報告書の訂正について

原子力施設環境放射線調査報告書に誤記が確認された場合は、翌年度の報告書(年度報)に正誤表を掲載していますが、平成26年度の報告書に誤記が確認されたため、以下のとおり訂正します。これらの訂正により、これまでの評価結果が変わらないことを確認しています。

平成26年度

報告書	ページ	該当部分	誤	正
第3四半期報	34	(6)環境試料中の放射能測定結果 大気浮遊じん 横浜町の採取年月日	H26.9.29～H25.12.29	H26.9.29～H26.12.29
第4四半期報	133	(4)大気中のヨウ素-131測定結果 小田野沢局 3月の検体数	4	3
第4四半期報	133	(4)大気中のヨウ素-131測定結果 小田野沢局 第4四半期の検体数	11	10
平成26年度報	44	(6)環境試料中の放射能測定結果 大気浮遊じん 横浜町の採取年月日	H26.9.29～H25.12.29	H26.9.29～H26.12.29
平成26年度報	191	(3)大気浮遊じん中の全β放射能測定結果 近川局 年間の平均	1.2	1.5
平成26年度報	191	(3)の注釈の2つ目	・平均値の算出においては、測定値に検出限界以下のものが含まれる場合、そのときの検出限界値測定値として算出し、平均値に「<」を付ける。全ての平均値が検出限界以下の場合、平均値も検出限界以下とし「*」と表示する。	・平均値の算出においては、測定値に検出限界以下のものが含まれる場合、そのときの検出限界値を測定値として算出し、平均値に「<」を付ける。全ての測定値が検出限界以下の場合、平均値も検出限界以下とし「*」と表示する。
平成26年度報	191	(4)大気中のヨウ素-131測定結果 小田野沢局 第4四半期の検体数	11	10
平成26年度報	191	(4)大気中のヨウ素-131測定結果 小田野沢局 年間の検体数	50	49

参

考

青森県原子力施設環境放射線等監視評価会議設置要綱

(設置)

第1条 原子燃料サイクル施設、東通原子力発電所及びリサイクル燃料備蓄センター（以下「原子力施設」という。）周辺における安全確保及び環境保全に資するため、青森県原子力施設環境放射線等監視評価会議（以下「監視評価会議」という。）を設置する。

(所管事項)

第2条 監視評価会議は、次に掲げる事項を所管する。

- 一 原子力施設に係る環境放射線等のモニタリングに関すること
- 二 東通原子力発電所に係る温排水の調査に関すること
- 三 原子力施設に係る安全性に関すること
- 四 前各号に掲げる事項を所管する上で必要な事項に関すること

(委員の構成)

第3条 監視評価会議は、学識経験者等80名以内の委員をもって構成し、会長及び副会長2名を置く。

- 2 会長は、知事がこれにあたり、副会長2名のうち1名は副知事がこれにあたり、他の1名は委員の互選によってこれを定める。
- 3 委員は、次の各号に掲げる者をもって構成する。
 - 一 学識経験者（専門家）
 - 二 学識経験者（有識者）
 - 三 青森県議会議員
 - 四 六ヶ所村、東通村、むつ市、三沢市、野辺地町、横浜町、東北町及び大間町（以下「関係市町村」という。）の長
 - 五 関係市町村議会の長
 - 六 関係団体の長又はその長が指名する職員
 - 七 青森県職員
- 4 委員（会長たる知事を除く。）は、知事が委嘱又は任命する。
- 5 委員の任期は2年以内とする。
- 6 委員が任期の途中で欠けたときは、その後任として委嘱又は任命された委員の任期は、前任者の残任期間とする。

(会長及び副会長)

第4条 会長は、会務を総理し、監視評価会議を代表する。

2 副会長は会長を補佐するとともに、会長に事故があるときは、次の順序によりその職務を代理する。

- 一 副知事である副会長
- 二 委員の中から選出された副会長

(会議)

第5条 監視評価会議に評価委員会及び監視委員会を置き、会議は各々の委員会によるもの又は委員全員によるもの（以下「合同会議」という。）とし、それぞれ必要の都度、会長が招集する。

2 評価委員会は、第3条第3項第1号に掲げる委員をもって構成し、第2条に規定する所管事項に係る専門的・技術的な事項について検討・評価を行うものとする。

3 監視委員会は、第3条第3項第1号に掲げる委員のうち会長が指名する4名以内の委員及び第3条第3項第2号から第7号に掲げる委員をもって構成し、評価委員会において検討・評価した結果に係る確認及び監視評価会議の所管事項全般に係る提言等を行うものとする。

4 評価委員会の会議の議長及び副議長2名は、同委員会の委員の互選によってこれを定めることとし、監視委員会の会議及び合同会議の議長は、会長がこれに当たる。

(運営等に関する事項)

第6条 この要綱に定めるもののほか、監視評価会議の運営等に関して必要な事項については、会長が定める。

(事務局)

第7条 監視評価会議の事務（評価委員会の開催に関する事務を除く）は、青森県危機管理局原子力安全対策課において処理し、評価委員会の開催に関する事務は、青森県原子力センターにおいて処理する。

附則（平成28年4月1日）

この要綱は、平成28年4月1日から施行する。

(会議開催状況)

平成27年度第3回青森県原子力施設環境放射線等監視評価会議
評価委員会 (平成27年度第1四半期報 評価)
平成27年 10月30日 (青森市)

平成27年度第3回青森県原子力施設環境放射線等監視評価会議
監視委員会 (平成27年度第1四半期報 報告)
平成27年 11月25日 (青森市)

平成27年度第4回青森県原子力施設環境放射線等監視評価会議
評価委員会 (平成27年度第2四半期報 評価)
平成28年 2月 3日 (青森市)

平成27年度第4回青森県原子力施設環境放射線等監視評価会議
監視委員会 (平成27年度第2四半期報 報告)
平成28年 2月23日 (青森市)

平成28年度第1回青森県原子力施設環境放射線等監視評価会議
評価委員会 (平成27年度第3四半期報 評価)
平成28年 4月26日 (青森市)

平成28年度第1回青森県原子力施設環境放射線等監視評価会議
監視委員会 (平成27年度第3四半期報 報告)
平成28年 6月17日 (青森市)

平成28年度第2回青森県原子力施設環境放射線等監視評価会議
評価委員会 (平成27年度第4四半期報及び平成27年度報 評価)
平成28年 7月26日 (青森市)

平成28年度第2回青森県原子力施設環境放射線等監視評価会議
監視委員会 (平成27年度第4四半期報及び平成27年度報 報告)
平成28年 9月 6日 (青森市)

青森県原子力施設環境放射線等監視評価会議委員名簿

(平成28年7月26日現在)

区分	氏名	職名	備考
(1) 学識経験者 (専門家) 25名	あさの ともひろ 浅野 智宏	(国研)日本原子力研究開発機構 大洗研究開発センター 副所長 兼 安全管理部長	
	あば みのる 阿波 稔	八戸工業大学大学院 工学研究科 教授	
	いけうち よしひろ 池内 嘉宏	(公財)日本分析センター 理事	
	いわさき たみこ 岩崎 民子	(国研)量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所 名誉研究員	
	おおもも よういちろう 大桃 洋一郎	(公財)環境科学技術研究所 顧問	副会長 評価委員会議長
	おの しゅういち 小野 修一	弘前大学大学院 医学研究科 放射線科学講座 診療教授	
	おんだ ゆういち 恩田 裕一	筑波大学 アイソトープ環境動態研究センター センター長、教授	
	かたぎり ひろし 片桐 浩	(国研)日本原子力研究開発機構 テクニカルアドバイザー	
	かたぎり ひろみ 片桐 裕実	(国研)日本原子力研究開発機構 安全研究・防災支援部門 原子力緊急時支援・研修センター 嘱託	評価委員会副議長
	こじま じゅんいち 小嶋 純一	(公財)海洋生物環境研究所 中央研究所 コーディネーター	
	さとう まなぶ 佐藤 学	八戸工業大学大学院 工学研究科 教授	
	しんやま かつよし 信山 克義	八戸工業大学大学院 工学研究科 准教授	
	すぎやま としひで 杉山 俊英	元(公財)核物質管理センター理事・六ヶ所保障措置センター所長	
	たがみ けいこ 田上 恵子	(国研)量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所 福島再生支援本部 主任研究員	
	たきざわ ゆきお 滝澤 行雄	秋田大学名誉教授・国立水俣病総合研究センター 顧問	
	とこなみ しんじ 床次 眞司	弘前大学 被ばく医療総合研究所 放射線物理学部門 教授	
	ぬまくない たかお 沼宮内 弼雄	(公財)放射線計測協会 相談役	
	はやし しんいちろう 林 晋一郎	(国研)日本原子力研究開発機構 再処理技術開発センター 副センター長	
	ひさまつ しゅんいち 久松 俊一	(公財)環境科学技術研究所 理事	
	ふじい せいじ 藤井 誠二	(公財)海洋生物環境研究所 業務執行理事 中央研究所長	
ふじわら ひでし 藤原 英司	(国研)農業・食品産業技術総合研究機構 農業環境変動研究センター 主任研究員		
まつづる ひでお 松鶴 秀夫	(一財)放射線利用振興協会 原子力研修部 参与	評価委員会副議長	
やまざわ ひろみ 山澤 弘実	名古屋大学大学院 工学研究科 教授		
やまだ まさとし 山田 正俊	弘前大学 被ばく医療総合研究所 所長		
よしだ かつひこ 吉田 勝彦	元水産庁中央水産研究所 海洋放射能研究室長		

区分	氏名	職名	備考
(2) 学識経験者 (有識者) 9名	おがさわら はるえ 小笠原 春枝	六ヶ所村二又地区婦人会 会長	
	たけぼやし つるこ 竹林 鶴子	東通村食生活改善推進委員会 副会長	
	つしま いつこ 対馬 逸子	The企画エルサーチ(株) 専務取締役	
	ながみね わたる 長峰 渉	日本労働組合総連合会 青森県連合会 副会長	
	ふるかわ ひさこ 古川 壽子	大間町女性団体連絡協議会 会長	
	ひかげ やよい 日景 弥生	弘前大学 教育学部家政教育講座 教授	
	やまざき きみこ 山崎 輝美子	青森県ボランティア連絡協議会 理事	
	やまだ しょうこ 山田 昌子	元(公社)青森県看護協会 常務理事	
	わだ えいこ 和田 榮子	むつ市連合婦人会 副会長	
(3) 青森県 議会議員 2名	しみず えつろう 清水 悦郎	青森県議会議長	
	あべ ひろえつ 阿部 広悦	青森県議会総務企画危機管理委員長	
(4) 関係市町村長 8名	とだ まもる 戸田 衛	六ヶ所村長	
	えちぜん やすお 越善 靖夫	東通村長	
	たねいち かずまさ 種市 一正	三沢市長	
	みやした そういちろう 宮下 宗一郎	むつ市長	
	なかや じゅんいつ 中谷 純逸	野辺地町長	
	のざか みつる 野坂 充	横浜町長	
	とが じゅいち 斗賀 壽一	東北町長	
	かなざわ みつはる 金澤 満春	大間町長	
(5) 関係市町村 議会の長 8名	はしもと たかはる 橋本 隆春	六ヶ所村議会議長	
	たんだい としのり 丹内 俊範	東通村議会議長	
	こひるいまき まさのり 小比類巻 正規	三沢市議会議長	
	あさり たけじろう 浅利 竹二郎	むつ市議会議長	
	くらおか けんじろう 倉岡 健次郎	野辺地町議会議長	
	おおさわ こうえつ 大澤 弘悦	横浜町議会議長	
	かつち のぼる 甲地 昇	東北町議会議長	
	いしと ひでお 石戸 秀雄	大間町議会議長	

区分	氏名	職名	備考
(6) 関係団体の長 又は長が指名 する職員 17名	むらかみ としはる 村上 壽治	(公社)青森県医師会 副会長	
	わかい けいいちろう 若井 敬一郎	青森県商工会議所連合会 会長	
	あかいし けんじ 赤石 憲二	青森県漁業協同組合連合会 代表理事会長	
	なりた たかし 成田 高	青森県農業協同組合中央会 常務理事	
	さかい かずよし 酒井 一由	ゆうき青森農業協同組合 代表理事組合長	
	たけがはら ゆきみつ 竹ヶ原 幸光	十和田おいらせ農業協同組合 代表理事組合長	
	あかいし りょうたろう 赤石 良太郎	泊漁業協同組合 副組合長	
	はしもと かねぞう 橋本 兼蔵	六ヶ所村海水漁業協同組合 代表理事組合長	
	はしもと りょうすけ 橋本 良輔	六ヶ所村漁業協同組合 代表理事組合長	
	さかもと いしぞう 坂本 石蔵	老部川内水面漁業協同組合 代表理事組合長	
	かわむら としひろ 川村 敏博	小田野沢漁業協同組合 代表理事組合長	
	たけばやし まさし 竹林 雅史	猿ヶ森漁業協同組合 代表理事組合長	
	よしの まさお 吉野 正男	尻労漁業協同組合 代表理事組合長	
	にしやま さといち 西山 里一	白糠漁業協同組合 代表理事組合長	
	くまがい たくじ 熊谷 拓治	八戸漁業指導協会 会長理事	
かみながね あさきち 上長根 浅吉	六ヶ所村商工会 会長		
かわむら ひろし 川村 寛	東通村商工会 会長		
(7) 青森県職員 6名	みむら しんご 三村 申吾	青森県知事	会長
	ささき いくお 佐々木 郁夫	青森県副知事	副会長
	はやし てつお 林 哲夫	青森県危機管理局長	
	いちのへ かずしげ 一戸 和成	青森県健康福祉部長	
	あぶらかわ じゅんいち 油川 潤一	青森県農林水産部長	
	はちのへ よしき 八戸 良城	青森県エネルギー総合対策局長	

原子力施設環境放射線調査報告書

(平成27年度報)

平成28年9月 発行

編集・発行 青森県原子力センター

〒039-3215 青森県上北郡六ヶ所村大字倉内字笹崎400番地1

電話 0175-74-2251

ホームページURL

<http://www.pref.aomori.jp/soshiki/kikikanri/genshisenta/center-home.html>