報告資料No.3-1

平成25年度柏崎刈羽原子力発電所周辺環境放射線監視調査結果について

平成26年8月
新潟県

はじめに

新潟県が平成25年度（平成25年4月～平成26年3月）に実施した東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所周辺の環境放射線監視調査結果の概要は、次のとおりです。

なお、平成23年3月11日に発生した東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の影響が東日本を中心に認められ、新潟県内においても人工放射性核種が検出されました。

結果の見方

平成25年度の測定結果を対照期間の測定値の範囲と比較して、区分しています。

○対照期間

①福島第一原子力発電所事故前の５カ年（平成17～21年度）

②事前調査期間（調査開始～昭和59年12月）

※昭和60年１月以降に調査を開始した項目は、①のみを対照期間としています。

なお、②は発電所運転開始前の期間であり、この期間の測定値は、過去の核実験等の影響が見られます。　　※　　部分を追記

○区分方法

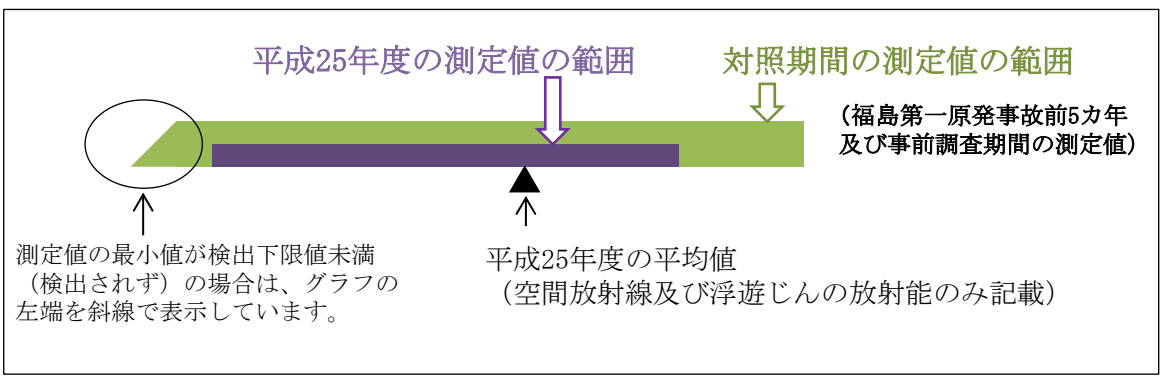
対照期間の上限値の大小関係から、次の３つに区分しています（詳細はp12解説４を参照）

〔超える〕：測定結果の計数誤差を加味しても対照期間の測定値の上限値を超える場合

〔同程度〕：測定結果が対照期間の測定値の上限値を超えるが、計数誤差を加味すると対照期間の測定値の上限値と同程度となる場合

〔範囲内〕：測定結果が対照期間の測定値の上限値を超えない場合

ただし、空間放射線の対照期間の測定値との比較にあたっては、計数誤差を考慮せず、〔超える〕又は〔範囲内〕に区分した。



【単位の説明】

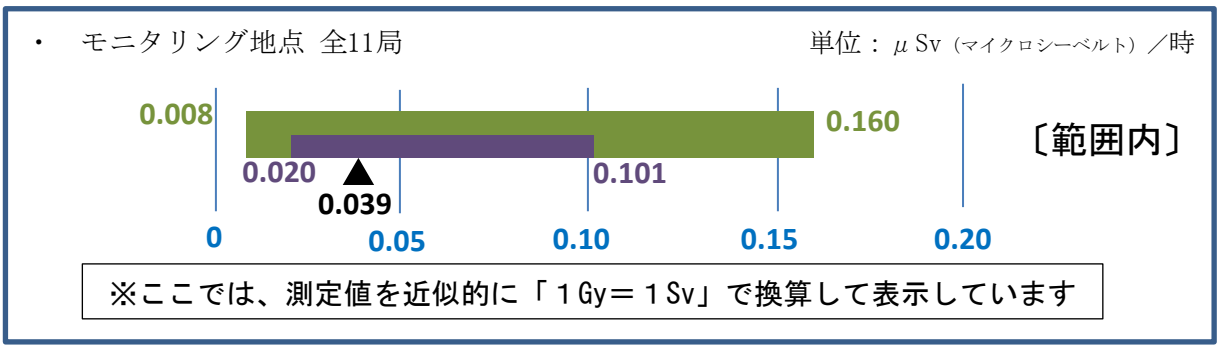
・Sv（シーベルト）
　人間が放射線を浴びたとき、どのくらい影響を受けるかを表す単位です。
　人間は普通に生活していても自然界から１年間で約2.1ミリシーベルト（日本平均）の放射線を受けています。なお、近似的にはGy＝Svで換算することができます。
・Gy（グレイ）
　放射線が空気などの物質に吸収される量をエネルギーで表す単位です。
・Bq（ベクレル）
　物質が放射線を放出する能力をいい、１秒間に１個の原子核を崩壊するときは、１Bqの放射能といいます。
・ m（ミリ）＝1,000分の1、μ（マイクロ）＝100万分の1、n（ナノ）＝ 10億分の1

NIIGATA PREFECTURE

調査結果１（１）空間放射線量率

１１局のモニタリングポストにNaI(Tl)シンチレーション検出器を設置し、空間放射線量率を連続測定した結果、対照期間の測定値の範囲内でした。

なお、年間最高値（0.101 μSv /h)は、降水時に出現しました。



・ 測定値は10分値です。なお、平均値は、全局で測定した値の平均値です。

・ 測定開始時期

昭和58年10月：柏崎市街局、下高町局、刈羽局、勝山局、宮川局

昭和59年 4月：荒浜局、西山局

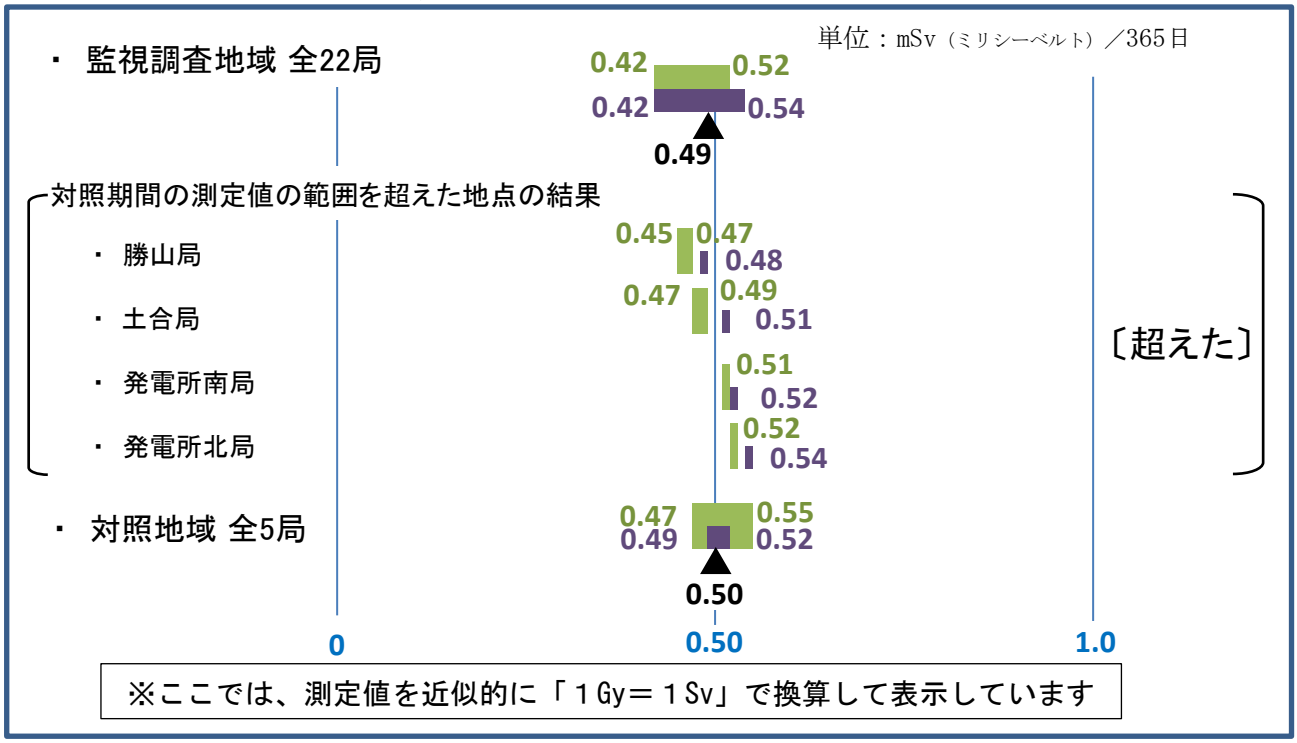
平成14年 4月：赤田町方局、土合局

平成21年 4月：発電所南局、発電所北局

※事前調査期間の測定値は、下線を引いた局における昭和59年12月までの測定値です

調査結果１（２）積算線量

監視調査地域の22局及び対照地域の５局のモニタリングポイントに蛍光ガラス線量計を設置し、３か月ごとの積算線量を測定した結果、下記に示す地点で、対照期間の測定値を超えるものがありましたが、天然放射性核種の影響によるものと考えられました。



・ 平均値は、監視調査地域及び対照地域の全地点の平均値です。

・ 監視調査地域における測定開始時期

昭和58年10月：下記の３局を除く19局

平成13年 4月：土合局

平成20年10月：発電所南局、発電所北局

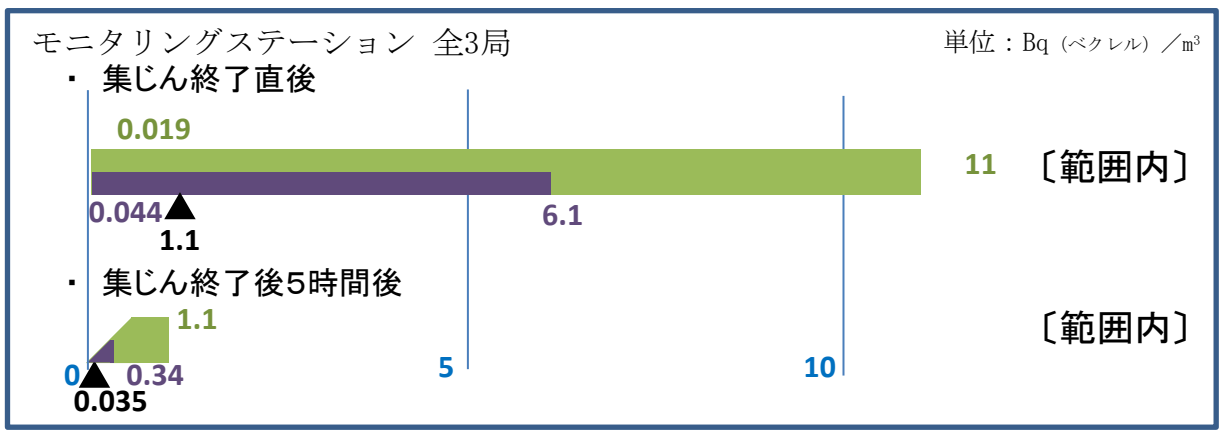
※対照期間の測定値は、福島第一原子力発電所事故前の５カ年（平成17～21年度）の測定値です。

調査結果２（１）大気中放射性ヨウ素

３局（柏崎市街局、刈羽局、西山局）のモニタリングステーションにヨウ素モニタを設置し、測定を行った結果、すべて検出下限値（0.076 Bq／m³）未満でした。

調査結果２（２）浮遊じんの放射能

３局（柏崎市街局、刈羽局、西山局）のモニタリングステーションにダストモニタ設置し、連続測定を行った結果、集じん終了直後及び５時間後の測定値は、いずれも対照期間の測定値の範囲内でした。



・　平均値は、全局で測定した値の平均値です。西山局は、平成14年４月から測定を開始しました。

調査結果３（１）核種分析（機器分析）

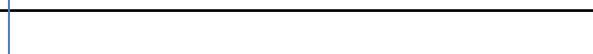
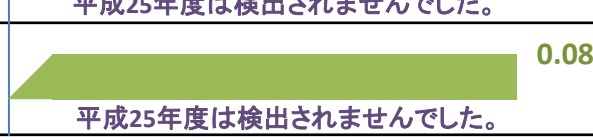
採取した環境試料について、ゲルマニウムガンマ線分光分析装置を用いて測定を行った結果は、以下のとおりです。

試料(単位)	核種	測定結果	〔区　分〕	代表的な検出下限値
浮遊じん（月間）(Bq/m^3)	Cs-137 (セシウム137)	平成25年度は検出されませんでした。	〔範囲内〕	3.7×10^{-6}
降下物（月間）(Bq/m^2)	Cs-134 (セシウム134)	0.11（※1）	〔超えた〕	0.065
	Cs-137 (セシウム137)	0.44 / 0.26	〔範囲内〕	0.048
飲料水 (Bq/ℓ)	Cs-137 (セシウム137)	0.0013 / 平成25年度は検出されませんでした。	〔範囲内〕	0.0011
原水 (Bq/ℓ)		平成25年度は検出されませんでした。	※2	0.0012
河川水 (Bq/ℓ)		0.0014 / 平成25年度は検出されませんでした。	〔範囲内〕	0.0011
土壌 (Bq/kg乾)	Cs-137 (セシウム137)	2.1 / 120 / 2.4 / 22	〔範囲内〕	0.64
米（精米）(Bq/kg生)		0.18 / 0.012	〔範囲内〕	0.0092
野菜 (Bq/kg生)		2.2 / 0 / 0.034 / 0.20	〔範囲内〕	0.016

※１　降下物のCs-134：対照期間では検出されていません。なお、福島第一原子力発電所事故後（平成22～24年度）における測定結果の最大値は、降下物は23Bq/m^2でした。

※２　原水：平成24年度から開始しました。なお、平成24年度は、検出されませんでした。

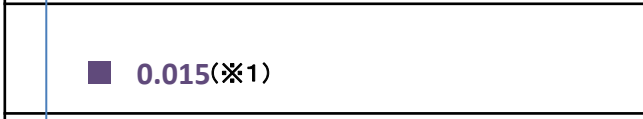
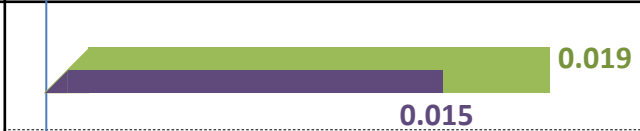
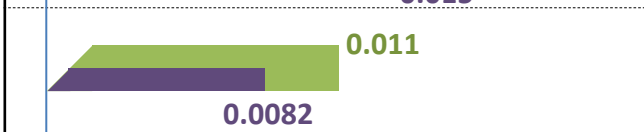
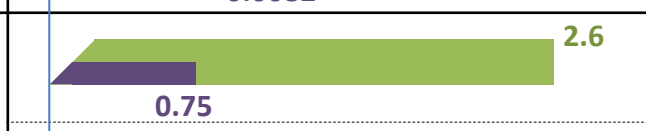
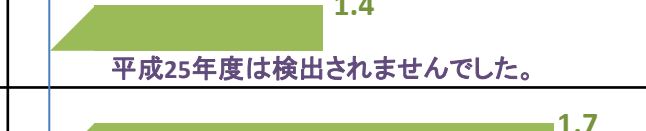
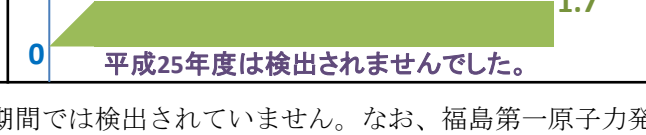
調査結果３（１）核種分析（機器分析）（続き）

試料(単位)	核種	測定結果	〔区　分〕	代表的な検出下限値
牛乳(Bq/ℓ)	Cs-137(セシウム137)		〔範囲内〕	0.013
松葉(Bq/kg生)	Cs-134(セシウム134)		〔超えた〕	0.035
	Cs-137(セシウム137)		〔範囲内〕	0.023
海水(Bq/ℓ)	Cs-137(セシウム137)		〔範囲内〕	0.0012
海底土(Bq/kg乾)			〔範囲内〕	0.62
魚類(可食部)(Bq/kg生)			〔範囲内〕	0.028
貝類(可食部)(Bq/kg生)		平成25年度は検出されませんでした。	〔範囲内〕	0.061
藻類(Bq/kg生)			〔範囲内〕	0.040
ホンダワラ類(Bq/kg生)			〔範囲内〕	0.075

※　松葉のCs-134：対照期間では検出されていません。なお、福島第一原子力発電所事故後（平成22～24年度）における測定結果の最大値は、松葉は2.2Bq/kg生でした。

調査結果３（２）核種分析（放射化学分析）（続き）

採取した環境試料について、放射化学分析を行った結果は、以下のとおりです。

試料 (単位)	核種	測定結果	〔区　分〕	代表的な検出下限値
米（精米） (Bq/kg生)	Sr-90 (ストロンチウム90)		〔範囲内〕	0.0054
大根（根部） (Bq/kg生)			〔範囲内〕	0.011
牛乳 (Bq/ℓ)			〔範囲内〕	0.0095
貝類（可食部） (Bq/kg生)			〔超えた〕	0.012
ホンダワラ類 (Bq/kg生)			〔範囲内〕	0.018
大気（月間） （監視地域） (Bq/㎥)	H-3 (トリチウム)		〔範囲内〕	0.0039
大気（月間） （対照地域） (Bq/㎥)			〔範囲内〕	
飲料水 (Bq/ℓ)	H-3 (トリチウム)		〔範囲内〕	0.41
原水 (Bq/ℓ)			※2	0.41
河川水 (Bq/ℓ)			〔範囲内〕	0.37
海水 (Bq/ℓ)	H-3 (トリチウム)		〔範囲内〕	0.36

※１　貝類のSr-90：対照期間では検出されていません。なお、福島第一原子力発電所事故後（平成22～24年度）における測定結果の最大値は、0.019Bq/kg生でした。
計数誤差を併記した貝類のSr-90濃度：0.015±0.004（検出下限値：0.012）

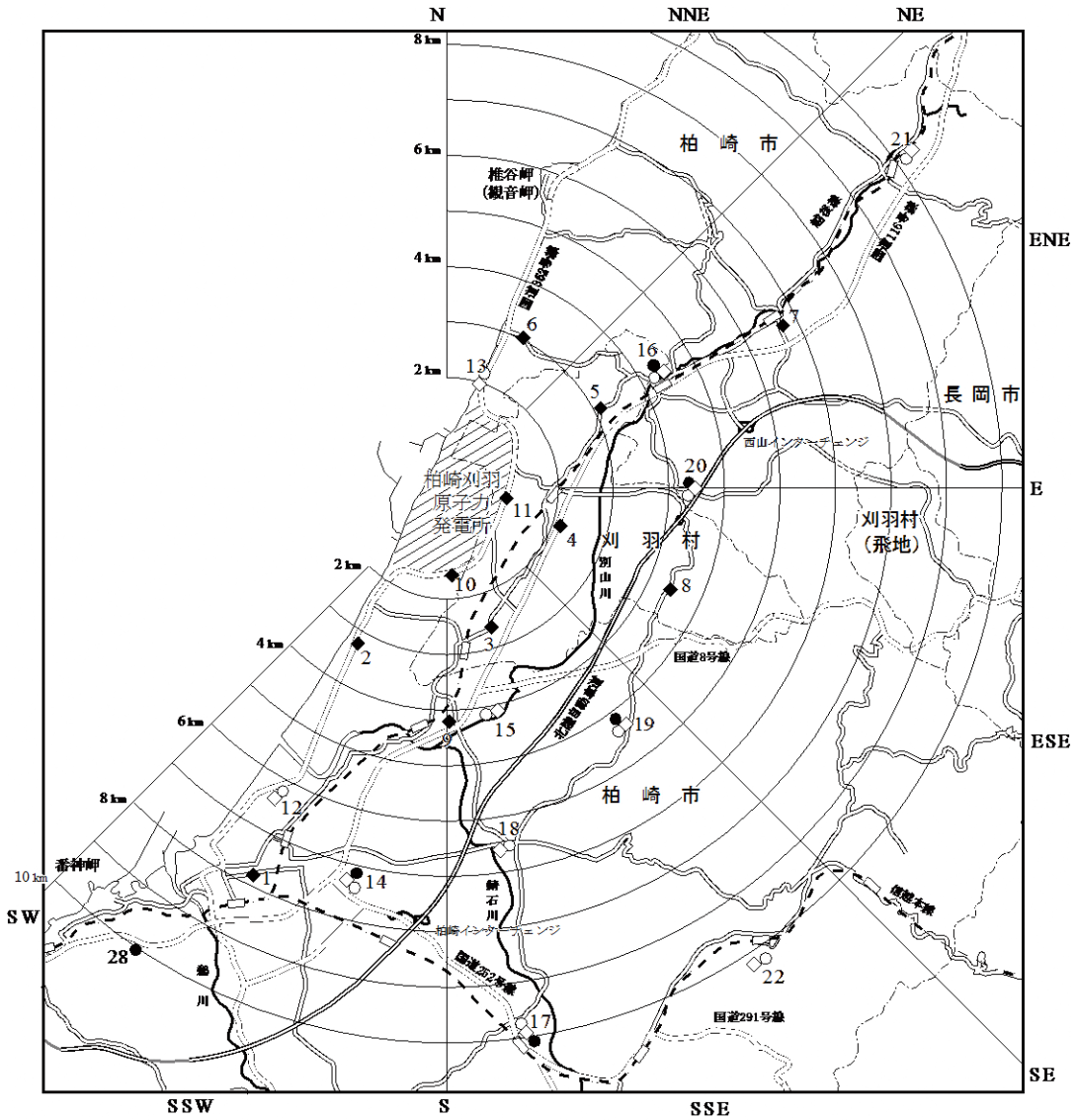
※２　原水のH-3：平成24年度から開始しました。なお、平成24年度における測定結果の最大値は、0.38Bq/ℓでした。

調査結果３（２）核種分析（放射化学分析）（続き）

試料(単位)	核種	測定結果	〔区　分〕	代表的な検出下限値
浮遊じん（月間）(Bq/m^3)	Pu-238 (プルトニウム238)	平成25年度は検出されませんでした。	※	1.5×10^{-8}
	Pu-239+240 (プルトニウム239+240)	1.3×10^{-7} 平成25年度は検出されませんでした。	〔範囲内〕	3.8×10^{-8}
降下物（月間）(Bq/m^2)	Pu-238 (プルトニウム238)	平成25年度は検出されませんでした。	※	5.5×10^{-4}
	Pu-239+240 (プルトニウム239+240)	0.0030 0.0022	〔範囲内〕	0.0014
海底土 (Bq/kg乾)	Pu-238 (プルトニウム238)	0.0062	※	0.0035
	Pu-239+240 (プルトニウム239+240)	0.092 0.18 0.10 0.18 0	〔範囲内〕	0.025

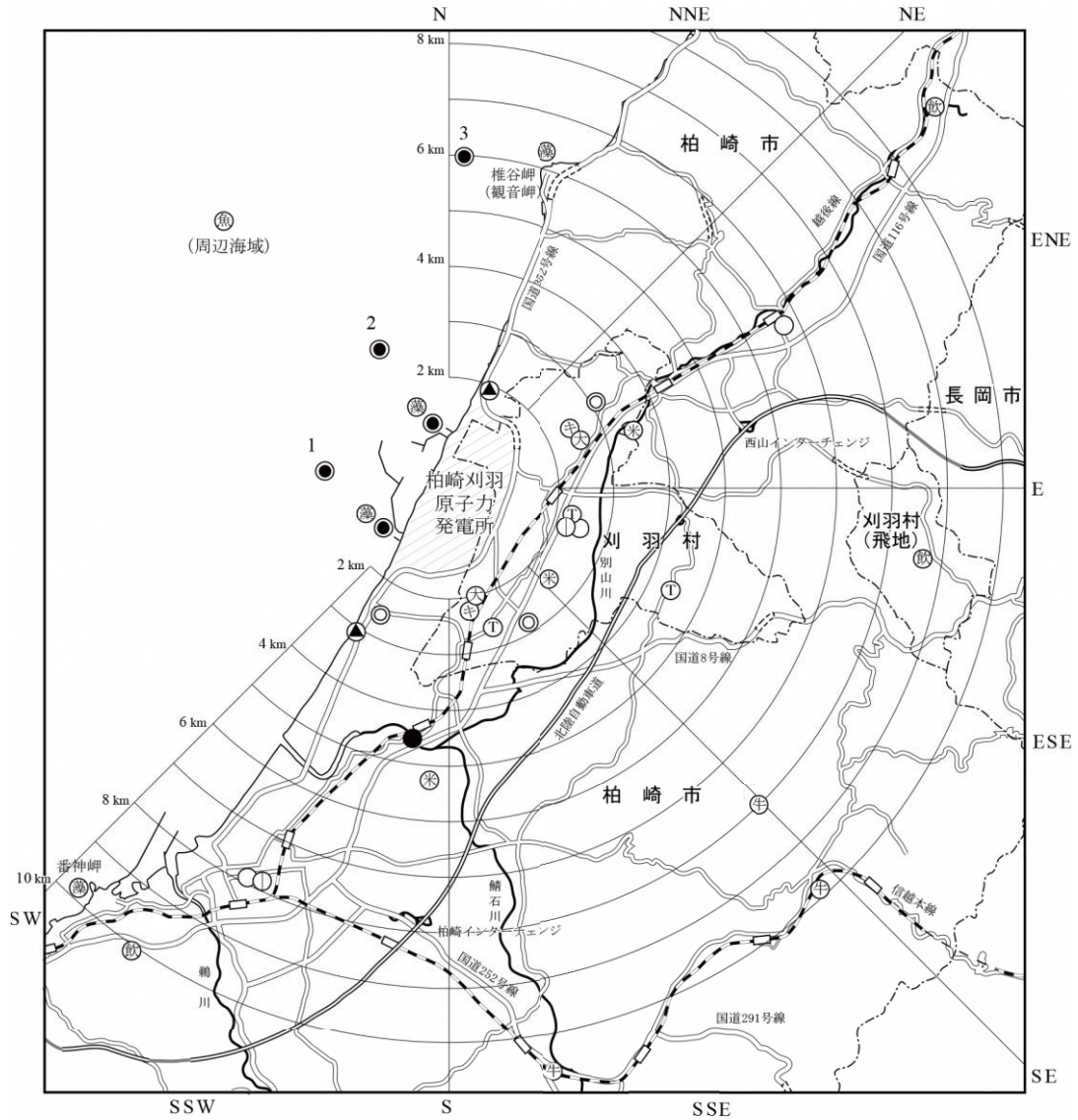
※　Pu-238：平成23年度から開始しました。なお、福島第一原子力発電所事故後（平成23～24年度）は、検出されませんでした。

調査地点（空間放射線測定地点）



No	モニタリングポスト等		方位	距離(km)	No	モニタリングポイント等		方位	距離(km)
1	◆	柏崎市街局	SSW	7.8	12	○◇	北園町局	SSW	6.3
2	◆	荒浜局	SSW	3.4	13	○◇	大湊局	NNE	2.0
3	◆	下高町局	NNE	2.5	14	●○◇	三和町局	SSW	7.3
4	◆	刈羽局	SSE	2.1	15	○◇	下大新田局	S	4.1
5	◆	勝山局	ESE	3.1	16	●○◇	長嶺局	ENE	4.4
6	◆	宮川局	ENE	3.1	17	●○◇	安田局	S	9.9
7	◆	西山局	ENE	6.7	18	○◇	中田局	S	6.5
8	◆	赤田町方局	ESE	4.3	19	●○◇	吉井局	SE	5.3
9	◆	土合局	S	4.2	20	●○◇	北野局	E	4.4
10	◆	発電所南局	S	1.6	21	○◇	別山局	NE	10.4
11	◆	発電所北局	E	1.1	22	○◇	広田局	SE	10.2
◆:モニタリングポスト及びモニタリングポイント ◇:モニタリングポイント ○:モニタリング車による定点測定地点 ●:可搬型モニタリングポストによる測定地点					23	対照地点	◇ 大積局	E	11.5
					24		◇ 長岡市街局	E	23.9
					25		◇ 出雲崎局	NE	14.8
					26		◇ 小国局	SE	17.0
					27		◇ 高柳局	S	23.3
					28	●	赤坂山浄水場	SE	10.1

調査地点（環境試料採取地点）



記　号	環境試料名	採取地点数	記　号	環境試料名	採取地点数
○	空気中放射性ヨウ素・浮遊じん	3	㊧	キャベツ※1	2
Ⓣ	大気（大気中水分）	4	㊦	大根※1	2
⦶	降下物	2	㊥	牛乳※2	2
㊣	飲料水・原水	3	▲	松葉	2
●	河川水	1	◉	海水及び海底土	5
◎	陸土	3	㊫	魚貝類	4種類
㊍	精米	3	㊬	藻類	3種類

※1　農産物（キャベツ及び大根）のうち刈羽村勝山は、生産者の廃業により、平成25年11月から隣地の生産者へ変更した。
※2　畜産物（牛乳）のうち柏崎市安田は、生産者の廃業により、平成26年1月から柏崎市西長鳥の生産者へ変更した。

NIIGATA PREFECTURE

解説（単位の説明）

項　目	単　位	説　　明
放射線の単位	グレイ （Gy） シーベルト （Sv）	グレイは、空気などの物質に吸収された放射線のエネルギー量（吸収線量）を表します。 グレイを人体に対する放射線の影響量として表したのがシーベルト（Sv）という単位です。 自然に存在する放射性物質のために、人は1年間で約2.1ミリシーベルト（日本平均）の放射線を浴びます。 胃のエックス線写真を撮ると、1回で約0.6ミリシーベルト浴びたことになります。 （ミリ（m）は1000分の1を意味します） ガンマ線では、近似的にグレイ＝シーベルトとして扱うこともあります。
	マイクロ シーベルト毎時 （μSv/h）	線量率の単位です。 1時間当たりの人体に対する放射線の影響量を表します。 マイクロ（μ）は100万分の1を意味します。
	ミリシーベルト 毎365日 （mSv/365日）	積算線量の単位です。 365日（1年間）の人体に対する放射線の影響量を表します。ミリ（m）は1000分の1を意味します。
放射能の単位	ベクレル （Bq）	1ベクレルの定義は、1秒間に1個の原子核が放射性壊変することです。 放射能を表す単位です。 人体には自然放射性物質がわずかに含まれていますが、仮に体重が60kgとすると、その放射能は約7000ベクレルになります。そのほとんどが、炭素14とカリウム40という天然放射性核種です。
	ﾍﾞｸﾚﾙ毎立方ﾒｰﾄﾙ （Bq/m³）	1立方メートル（1000リットル）の空気中に含まれる放射能を表します。
	ﾍﾞｸﾚﾙ毎ﾘｯﾄﾙ （Bq/ℓ）	1リットルの水道水や海水、牛乳などに含まれる放射能を表します。
	ﾍﾞｸﾚﾙ毎平方ﾒｰﾄﾙ （Bq/m²）	1平方メートルの地面に降下してきた雨水・ちりなど（降下物）に含まれる放射能を表します。
	ﾍﾞｸﾚﾙ毎ｷﾛｸﾞﾗﾑ生 （Bq/kg生）	1キログラムのなま物（農産物、海産物など）に含まれる放射能を表します。
	ﾍﾞｸﾚﾙ毎ｷﾛｸﾞﾗﾑ乾 （Bq/kg乾）	1キログラムの乾燥させた物（土壌、海底土など）に含まれる放射能を表します。

解説（用語の説明）

1 環境試料

環境試料は、陸上試料については大気、浮遊じん（ちり）、降下物、陸水（飲料水、原水、河川水）、土壌、農産物（米、野菜）、畜産物（原乳）及び指標生物（松葉）であり、海洋試料については、海水、海底土、海産物（魚類、貝類、藻類）及び指標生物（ホンダワラ類）である。これらを採取し、調査を行っている。

2 機器分析

放射性核種が放出するガンマ線は特有のエネルギーを持つため、ガンマ線のエネルギーとその量を測定することで、放射性核種の種類と量を知ることができる。

ゲルマニウムガンマ線分光分析装置を用いて環境試料中の天然放射性核種（ベリリウム７、カリウム40等）及び人工放射性核種（コバルト60、セシウム137等核実験や原子炉内の生成物）を測定している。

3 空間放射線量率

ある場所で、単位時間当たりに受ける放射線の量である。

本資料では、１時間あたりの放射線の量を近似的に、マイクロシーベルト毎時に換算して表している。

空気中及び大地等には天然放射性核種が存在しており、通常、これらを空間放射線量率として測定している。大地からの放射線の量は、地形や地質の影響を受けるため、地点によって測定値が異なる。

なお、降水時には、空気中の天然放射性核種が雨とともに地表に降下するため、測定値が一時的に上昇する。また、落雷又は雷雲の接近に伴い発生する制動放射線（高速の電子が空気中で、その方向を変えたり、減速する時に発生する放射線）により、一時的に上昇する可能性がある。

一方、積雪時には、大地からの放射線が積雪により遮へいされるため、測定値が低下する。そのため、年間の最低値は、主に積雪時に見られ、その年の積雪量に伴い変動する。

4 計数誤差

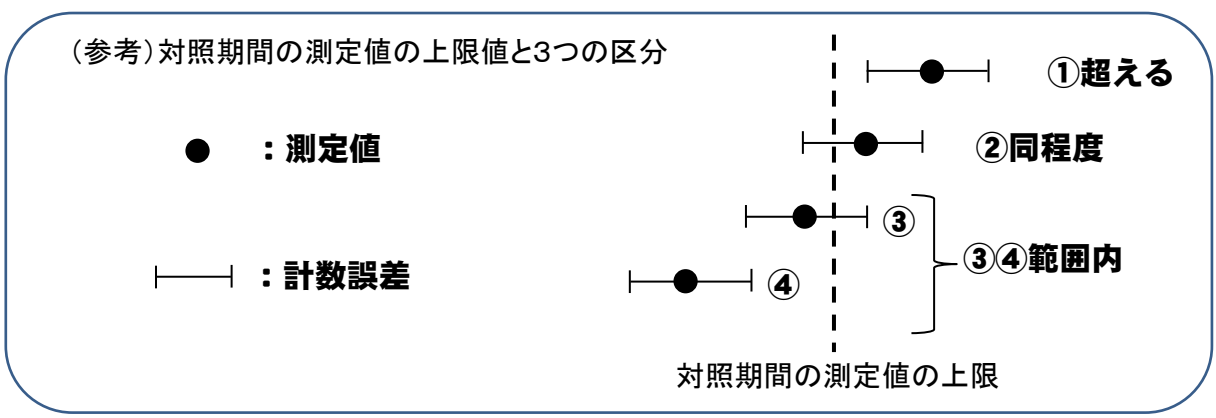
放射性物質が放射線を放出して他の物質に変化する現象を放射性壊変という。この現象は、確率的現象の一つで、ある１個の放射性物質がいつ壊変するか予測できない。

そのため，同じ試料を同じ時間だけ測定しても、毎回同じ数の放射線が検出されるわけではなく、必ずばらつきがある。このばらつきを、計数誤差または統計誤差という。この誤差は１回の測定で統計学的に推定することができ、検出された放射線の数(計数値という)の平方根及び測定時間から求められ、これを一般に計数誤差σ（シグマ）という。計数値をN、測定時間をtとすると、$N/t \pm \sqrt{N}/t$と表示され、$\sqrt{N}/t = \sigma$ となる。

放射能は放射線の測定から求められることから、定量された放射能の値にも、放射線測定での計数値の誤差に由来する誤差が含まれる。

新潟県では、測定値の計数誤差を考慮したうえで、下記の（参考）のとおり、対照期間の測定値の上限値との大小関係を３つに区分している。

※ 部分を追記



5 検出下限値

環境試料中の放射性核種の分析で、その試料中の放射性核種を検出できる最低濃度を検出下限値という。

検出下限値は、同じ放射性核種、種類の試料であっても、分析に用いる試料の量やバックグラウンド計数（試料のない状態、あるいは目的の放射性核種を含まない試料を測定したときの計数）などの測定条件の影響を受けるため、分析対象ごとに異なる値となる。

本調査では、試料の計数率からバックグラウンドの計数率を除いた正味計数率の計数誤差（解説４）の３倍に相当する放射性核種濃度を検出下限値としている。

6 降水時等の空間放射線量率

空気中には天然放射性核種のラドンの崩壊生成物（鉛214、ビスマス214等）が存在しており、これらが降水時には雨とともに地表に降下する。このため、地表近くではこれらの核種のガンマ線による空間放射線量率が一時的に高くなる。

一方、積雪時には大地からの放射線が積雪により遮蔽されるため、空間放射線量率は減少する。

○ ラドン

ラジウムの崩壊生成物で天然に存在する放射性希ガス。ラドン222は半減期3.8日、ラドン220（別名トロン）は半減期55秒。

大地を構成する岩石、土砂及びこれらを原料とする建材はラジウムを含んでおり、ラジウムの壊変で生成されるラドンが絶えず大地や建材から発生している。

7 ストロンチウム90

核分裂で生成される半減期28.7年の放射性核種。過去の核実験等に由来するものが、現在もなお環境中に存在している。

○ 半減期

放射性物質は、時間の経過とともに減少する。ある放射性物質に注目したとき、その数がはじめの半分の数になる時間を半減期という。

半減期は核種によって決まっていて、温度、圧力等の外界の影響は受けない。核種によって、100万分の1秒という短い半減期から100億年という長い半減期まである。

8 積算線量

ある場所で、一定期間内に受けた放射線の総量のこと。

本調査では、蛍光ガラス線量計を用いて１年間の線量を測定している。

蛍光ガラス線量計は、放射線量の連続的変化の把握はできないが、取り扱いが容易なこと等から、多地点の積算線量を把握するために使用している。

9 セシウム134、137

核分裂により生成される放射性核種で、セシウム134は半減期2.06年、セシウム137は半減期30.2年。平成23年３月11日に発生した福島第一原子力発電所事故により環境中に放出されたものが本県でも観測された。なお、セシウム137は半減期が長いため、過去の核実験やチェルノブイリ発電所事故等に由来するものが現在もなお環境中に存在している。

10 トリチウム

水素の同位体で、質量数は３、半減期12.3年の放射性核種。原子炉の運転・核燃料の再処理に伴い発生するほか、自然界でも宇宙線による核反応等により大気上層で作られる。また、過去の核実験に由来するものも僅かながら存在している。

※県が採取している原水と同じ水源から供給されていた陸水（飲料水）のトリチウム濃度は、＊～0.45Bq/ℓ（事故前（平成17～21年度）に柏崎市西山町事務所で採取）であった。

11 プルトニウム

超ウラン元素の１つ。十数種類の同位元素が存在するが、プルトニウム239は熱核分裂性核種であり、原子炉内ではウラン238が中性子に照射されて生成する。半減期は２万４千年と長いため、過去の核実験等に由来するものが環境中に存在している。

※新潟県衛生公害研究所の調査研究によると、柏崎刈羽原子力発電所運転開始前に柏崎海域で採取した海底土のプルトニウム238濃度は、＊～0.062Bq/kgであった（出典：新潟県衛生公害研究所年報　第５巻（1989））。

12 浮遊じん

空気を吸引してろ紙に浮遊じん（ちり）を吸着させ、そこに含まれる放射能を測定している。通常は集じん時間を６時間とし、集じん終了直後と５時間後の全ベータ放射能を測定している。

13 浮遊じんの集じん終了直後･5時間後の測定

集じん終了直後には、自然放射性核種のラドン崩壊生成物の放射能が測定されるため、人工放射性核種の放射能との区別ができない。自然放射性核種は半減期が短く、５時間経過するとほとんどなくなるため、集じん終了直後からの放射能の減衰の様子を見ることにより、人工放射性核種の影響の有無を推測することができる。

14 放射化学分析

環境試料に含まれる放射性核種を、化学的な方法により分離・精製等の処理を行った後、測定する方法。ストロンチウム90、トリチウム、プルトニウム等の放射性核種の測定に用いられる。

15 放射性ヨウ素

原子炉内では放射性ヨウ素（ヨウ素131等）が生成される。柏崎刈羽原子力発電所周辺環境放射線監視調査では大気を吸引して、これらの濃度を測定している。なお、ヨウ素131の半減期は8.02日である。

16 放射線

放射線とは目に見えない光のようなもので、五感で感じることのできないエネルギーの流れである。

放射線にはいくつかの種類があり、ガンマ線、エックス線などの電磁波と、アルファ線、ベータ線などの粒子線に分類される。

17 放射能

放射線を出す物質を放射性物質といい、その性質や能力のことを放射能という。

「この物質は放射能を持っている」「放射能が強い」などというふうに使われる。

例）線香花火に例えると

中心の赤い玉が放射性物質で、そこから飛び出る火花が放射線となる。火花の数がだんだん少なくなるように、放射能も時間とともに弱まる。

【参考】

新潟県の柏崎刈羽原子力発電所周辺環境放射線監視調査状況に関しては、新潟県放射線監視センターのホームページをご覧下さい。

新潟県放射線監視センターホームページ

http://www.pref.niigata.lg.jp/houshasen/