

< 参考資料 >

平成23年11月26日
東京電力株式会社

福島第一原子力発電所1～3号機
原子炉建屋からの現状の放射性物質放出量の
評価方法

現在実施中のサンプリングと位置づけ

■現在実施しているサンプリング

敷地内ダスト濃度測定

・敷地内の傾向把握のため、原子炉建屋周辺や西門付近他の敷地周辺で空気中の放射性物質を採取・測定

原子炉建屋上部ダスト濃度測定

・**原子炉建屋からの放射性物質放出量の評価のため**、原子炉建屋上部や原子炉建屋カバー排気設備、原子炉格納容器ガス管理システムで空気中の放射性物質を採取・測定

海上ダスト濃度測定

・放出量評価の比較検討のため、地表面からの放射性物質の再浮遊の影響を受けないと考えられる海上で空気中の放射性物質を採取・測定

敷地内外降下物測定

・放出量、放出低減傾向の評価のため、敷地内外で大気中の降下物に含まれる放射性物質を水盤により採取・測定

サブドレン水測定

・建屋回りの地下水への影響把握のため、タービン建屋・集中廃棄物処理施設のサブドレン水を採取し、放射性物質濃度を測定

海水測定

・海域への影響把握のため、発電所前面、周辺海域の海水を採取し放射性物質濃度を測定

放出量の把握方法とその推移

7、8月は、敷地内（建屋周辺、敷地周辺）において空気中放射性物質濃度を測定

西門付近の測定結果にて評価実施

「実測された放射性物質濃度による被ばく線量の評価」による（平成23年7月23日参考配布）

9月より、より精度の高い評価結果を得るために、放射性物質の**放出源により近い地点**における**サンプリング結果から放出量を評価**

原子炉建屋上部で測定し、評価実施

比較検討のため、地表面からの放射性物質の再浮遊の影響を受けないと考えられる海上で測定し、評価実施



1～3号機から現状放出されている放射性物質量を評価
11月上旬の測定結果による評価を実施

ダスト測定地点（全体イメージ）

西門付近ダスト濃度

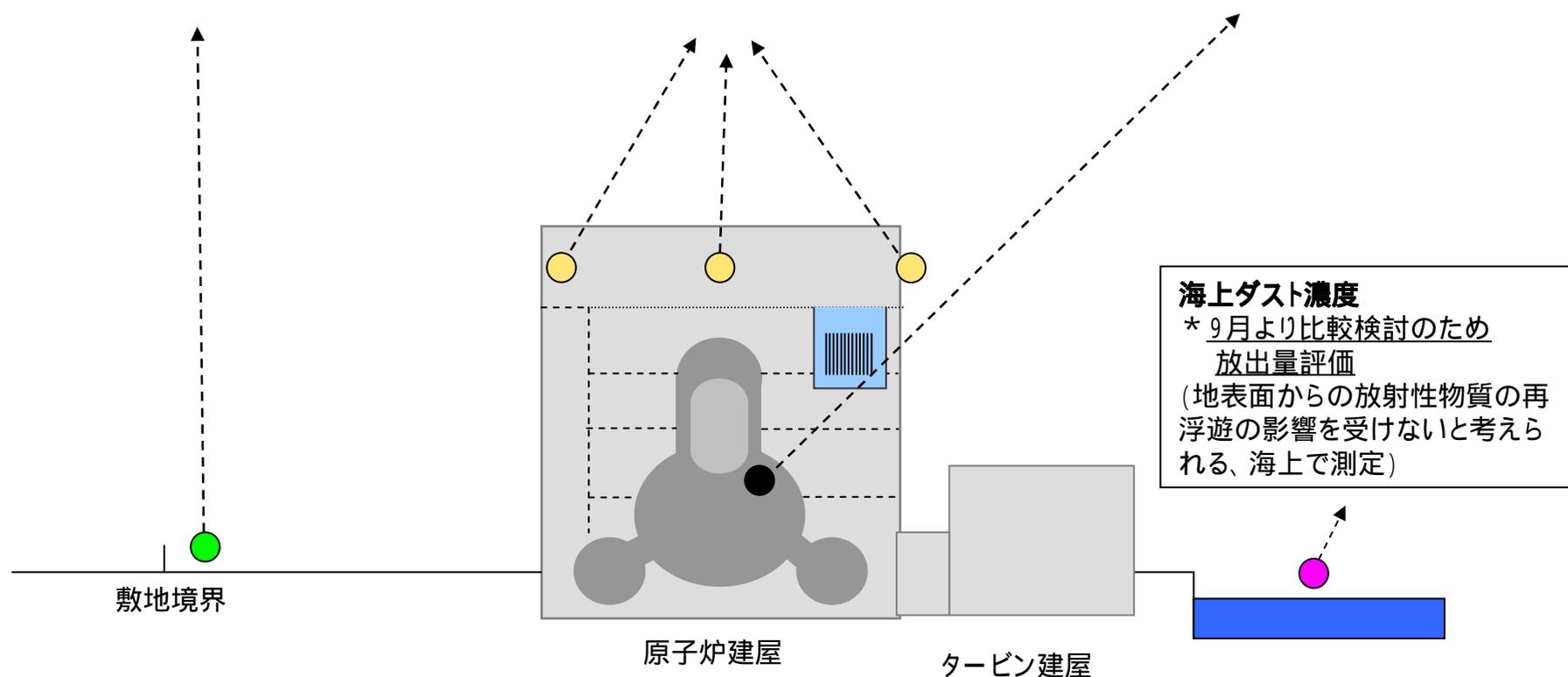
7、8月時点の
放出量評価に使用

原子炉建屋上部ダスト濃度

9月より
放出量評価に使用

格納容器内ガス濃度

11月時点の
希ガス放出量評価に使用



(注)ダスト濃度： 空気中の放射性物質濃度

評価方法 1号機（その1）

原子炉建屋上部からの放出率と機器ハッチを経由した原子炉建屋内部からの放出量を
足し合わせて評価。新たに設置された原子炉建屋カバーの排気設備の効果も考慮

原子炉建屋上部の空气中放射性物質ダスト濃度(Cs-134+Cs-137) × 推定蒸気発生量
=原子炉建屋上部からの放出量...

機器ハッチ上部のダスト濃度(Cs-134+Cs-137) × 風量=原子炉建屋内部からの放出量...

原子炉建屋カバー排気設備で除去される量...



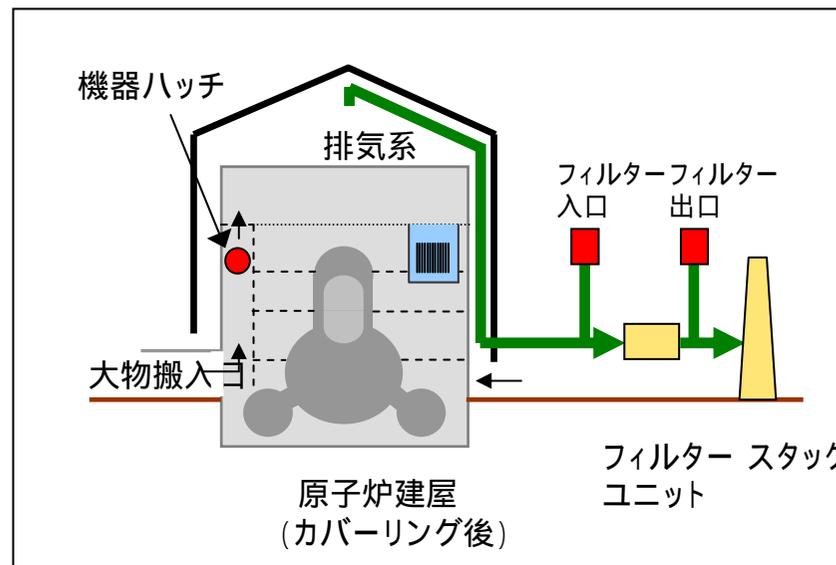
$$1号機原子炉建屋からの放出量 = + -$$



原子炉建屋上部の測定の様子



機器ハッチ内の測定の様子



評価方法 1号機 (その2)

原子炉上部

カバーが設置され原子炉上部でのダスト測定が出来ないため、前回評価時(10/17)の数値を使用する。 **0.02億Bq/時**

機器ハッチ内 (11/4測定値)

実績よりオペフロ面ダスト濃度は機器ハッチ内ダスト濃度の約1/2

$$\begin{aligned} \text{オペフロ面ダスト濃度(Bq/cm}^3\text{)} &= \text{機器ハッチ内ダスト濃度(Bq/cm}^3\text{)} \times 0.5 \\ &= (1.4\text{E-}4 + 2.0\text{E-}4) \times 0.5 = 1.7\text{E-}4 \text{ Bq/cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{放出量(Bq/s)} &= \text{オペフロ面ダスト濃度(Bq/cm}^3\text{)} \times \text{機器ハッチ風量(m}^3\text{/s)} \times 1\text{E}6(\text{cm}^3\text{/m}^3) \\ &= 1.7\text{E-}4 \times 10.1 \times 1\text{E}6 = 1.7\text{E}3 \text{ Bq/s} = \text{約}0.06\text{億Bq/時} \\ &\sim 1.7\text{E-}4 \times 12.5 \times 1\text{E}6 = 2.1\text{E}3 \text{ Bq/s} = \text{約}0.08\text{億Bq/時} \end{aligned}$$

カバー排気設備で除去される量 (11/4測定値)

フィルター入口のダスト濃度に風量を乗じ放出量とした。

$$\begin{aligned} \text{排気設備除去量} &= \text{フィルター入口ダスト濃度 (Bq/cm}^3\text{)} \times \text{風量(m}^3\text{/s)} \times 1\text{E}6(\text{cm}^3\text{/m}^3) \\ &= (2.5\text{E-}5 + 3.2\text{E-}5) \times 12.4 \times 1\text{E}6 = 7.1\text{E}2 \text{ Bq/s} = \text{約}0.03\text{億Bq/時} \end{aligned}$$

上記 + - で放出量を評価

$$\text{放出量(億Bq/時)} = 0.02 + (0.06 \sim 0.08) - 0.03 = \text{約}0.05 \sim 0.07\text{億Bq/時} \quad (\mathbf{0.1})$$

1号機原子炉建屋上部における空气中放射性物質の核種分析結果(参考)

採取場所	1号機原子炉建屋上部 (機器ハッチ開口部4階付近)		1号機原子炉建屋上部 (原子炉建屋大物機入口)		規程上の濃度限度 (Bq/cm ³) (別表第四欄 放射線 業務従事者の呼吸する 空气中の濃度限度)	
	試料採取日時時刻	試料濃度 (Bq/cm ³)	倍率 (/)	試料濃度 (Bq/cm ³)	倍率 (/)	濃度限度 (Bq/cm ³)
I-131 (約8日)	平成23年11月4日 13時35分~14時35分	ND	-	ND	-	1E-03
Cs-134 (約2年)		1.4E-04	0.07	ND	-	2E-03
Cs-137 (約30年)		2.0E-04	0.07	1.8E-05	0.01	3E-03

採取場所	1号機原子炉建屋上部 (カバー排気系フィルター入口)		1号機原子炉建屋上部 (カバー排気系フィルター出口)		規程上の濃度限度 (Bq/cm ³) (別表第四欄 放射線 業務従事者の呼吸する 空气中の濃度限度)	
	試料採取日時時刻	試料濃度 (Bq/cm ³)	倍率 (/)	試料濃度 (Bq/cm ³)	倍率 (/)	濃度限度 (Bq/cm ³)
I-131 (約8日)	平成23年11月4日 9時08分~10時08分	ND	-	ND	-	1E-03
Cs-134 (約2年)		2.5E-05	0.01	ND	-	2E-03
Cs-137 (約30年)		3.2E-05	0.01	ND	-	3E-03

評価方法 2号機（その1）

ブローアウトパネル部のダスト濃度にブローアウトパネル部の流量を乗じ原子炉建屋からの放出量を評価

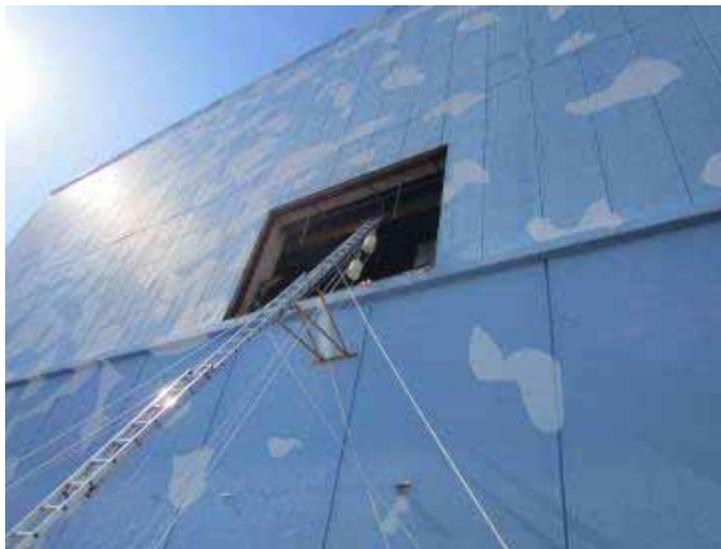
ブローアウトパネル部のダスト濃度($Cs-134+Cs-137$) × 風量
=原子炉建屋からの放出量...

新たに設置された原子炉格納容器ガス管理システムが稼働している状態において実施

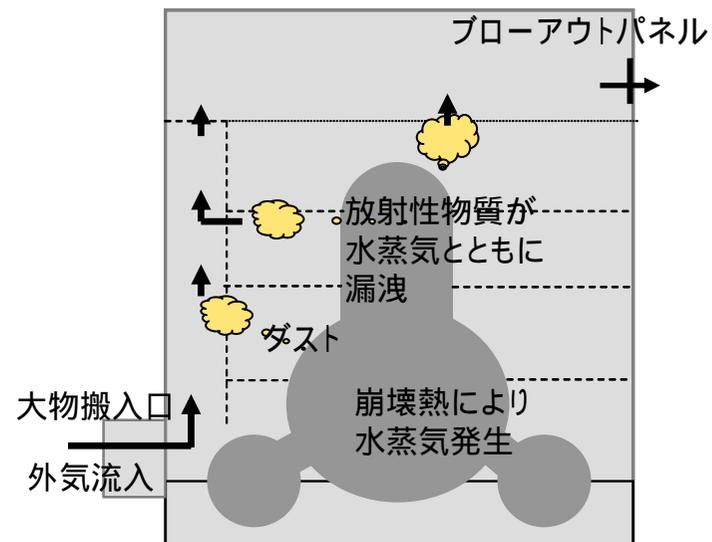
システムのフィルター出入口のガス及びダスト濃度から希ガスについても評価

被ばく評価上の寄与は小さいため、セシウムのみを放出量評価の対象とした。

2号機原子炉建屋からの放出量=



ブローアウトパネルでの測定の様子



評価方法 2号機 (その2)

ブローアウトパネル部での測定 (11/1測定値)

$$\begin{aligned} \text{放出量(Bq/s)} &= \text{ダスト濃度(Bq/cm}^3\text{)} \times \text{ブローアウトパネル部風量(m}^3\text{/s)} \times 1\text{E6(cm}^3\text{/m}^3\text{)} \\ &= (8.4\text{E-6} + 7.3\text{E-6}) \times 26.6 \times 1\text{E6} = 4.2\text{E2 Bq/s} = \text{約0.015億Bq/時} \\ &\sim (1.8\text{E-5} + 1.9\text{E-5}) \times 30.2 \times 1\text{E6} = 1.1\text{E3 Bq/s} = \text{約0.04億Bq/時 (0.1)} \end{aligned}$$

格納容器ガス管理システム出口での測定 (11/2測定値)

$$\begin{aligned} \text{放出量(Bq/s)} &= \text{ダスト濃度(Bq/cm}^3\text{)} \\ &\quad \times \text{システム流量(m}^3\text{/s)} \times 1\text{E6(cm}^3\text{/m}^3\text{)} \\ &= (2.8\text{E-5} + 4.3\text{E-5}) \times 0.004 \times 1\text{E6} = 0.28 \text{ Bq/s} = \text{約0.00001億Bq/時} \end{aligned}$$

希ガス (11/2測定値)

$$\begin{aligned} \text{放出量(Bq/s)} &= \text{希ガス濃度(Kr-85)(Bq/cm}^3\text{)} \times \text{システム流量(m}^3\text{/s)} \times 1\text{E6(cm}^3\text{/m}^3\text{)} \\ &= 9.5\text{E2} \times 0.004 \times 1\text{E6} = 3.8\text{E6 Bq/s} = \text{約137億Bq/時 (140)} \end{aligned}$$

2号機原子炉建屋上部における空气中放射性物質の核種分析結果 (参考)

採取場所	2号機原子炉建屋上部 (ブローアウトパネル中央西向)		2号機原子炉建屋上部 (ブローアウトパネル中央北向)		2号機原子炉建屋上部 (ブローアウトパネル下部)		炉規則告示濃度限度 (Bq/cm ³) (別表第2第四欄 放射線 業務従事者の呼吸する 空气中の濃度限度)
	試料採取日時刻	平成23年11月 1日 11時23分 ~ 13時23分	試料採取日時刻	平成23年11月 1日 11時23分 ~ 13時23分	試料採取日時刻	平成23年11月 1日 11時23分 ~ 13時23分	
検出核種 (半減期)	試料濃度 (Bq/cm ³)	倍率 (/)	試料濃度 (Bq/cm ³)	倍率 (/)	試料濃度 (Bq/cm ³)	倍率 (/)	
I-131 (約8日)	ND	-	ND	-	ND	-	1E-03
Cs-134 (約2年)	1.5E-05	0.01	1.8E-05	0.01	8.4E-06	0.00	2E-03
Cs-137 (約30年)	1.7E-05	0.01	1.9E-05	0.01	7.3E-06	0.00	3E-03

評価方法 3号機（その1）

原子炉建屋上部の各測定点で空气中放射性物質濃度を測定し放出量を評価

原子炉建屋上部のダスト濃度($Cs-134+Cs-137$) × 推定蒸気発生量
=原子炉建屋上部からの放出量...

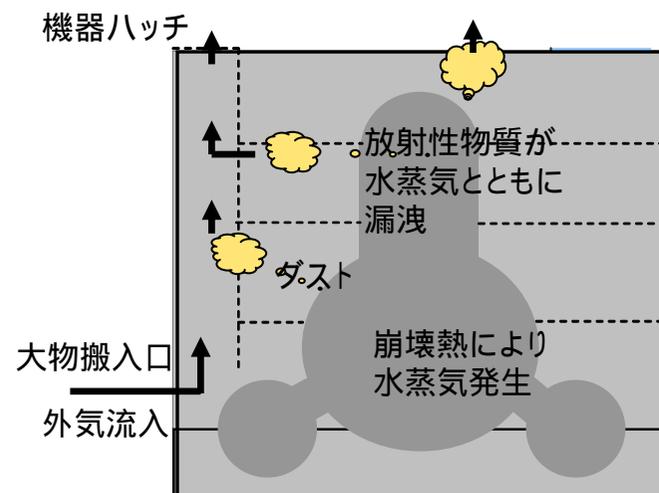
機器ハッチ上部のダスト濃度($Cs-134+Cs-137$) × 風量
=原子炉建屋内部からの放出量...



3号機原子炉建屋からの放出量= +



原子炉建屋上部の測定の様子



評価方法 3号機 (その2)

原子炉建屋上部 (11/10測定値)

$$\begin{aligned} \text{放出量(Bq/s)} &= \text{ダスト濃度 (Bq/cm}^3\text{)} \times \text{推定蒸気発生量(m}^3\text{/s)} \times 1\text{E6(cm}^3\text{/m}^3\text{)} \\ &= (4.2\text{E-}3 + 5.0\text{E-}3) \times 0.58 \times 1\text{E6} \\ &= 5.3\text{E}3 \text{ Bq/s} \\ &= \text{約0.19億Bq/時} \end{aligned}$$

機器ハッチ (11/9測定値)

$$\begin{aligned} \text{放出量(Bq/s)} &= \text{ダスト濃度(Bq/cm}^3\text{)} \times \text{機器ハッチ開口部風量(m}^3\text{/s)} \times 1\text{E6(cm}^3\text{/m}^3\text{)} \\ &= (1.9\text{E-}4 + 2.3\text{E-}4) \times (0.31 \times 5.6 \times 5.6) \times 1\text{E6} \\ &= 4.1\text{E}3 \text{ Bq/s} \\ &= \text{約0.15億Bq/時} \end{aligned}$$

合計：約0.19億Bq/時 + 約0.15億Bq/時 = 約0.34億Bq/時 (0.4)

3号機原子炉建屋上部における空气中放射性物質の核種分析結果 (参考)

採取場所	3号機原子炉建屋上部 (原子炉北東側(下方))		3号機原子炉建屋上部 (原子炉北東側(横方向))		3号機原子炉建屋上部 (原子炉南東側(下方))		3号機原子炉建屋上部 (原子炉南東側(横方向))		放射線指示濃度限度 (Bq/cm ³) (別表第4欄 放射線 業務従事者の照射する 空气中の濃度限度)
	測定濃度 (Bq/cm ³)	倍率 (/)							
採取日時	平成23年1月10日 12時0分~12時30分		平成23年1月10日 12時0分~12時30分		平成23年1月10日 13時0分~13時30分		平成23年1月10日 13時0分~13時30分		
検出核種 (半減期)	測定濃度 (Bq/cm ³)	倍率 (/)							
I-131 (約8日)	ND	-	ND	-	ND	-	ND	-	1E-03
Cs-134 (約2年)	4.2E-03	2.1	1.8E-03	0.90	6.1E-04	0.31	3.5E-04	0.18	2E-03
Cs-137 (約30年)	5.0E-03	1.7	2.3E-03	0.77	7.3E-04	0.24	4.5E-04	0.15	3E-03

採取場所	3号機原子炉建屋上部 (原子炉北東側(下方))		3号機原子炉建屋上部 (原子炉北東側(横方向))		3号機原子炉建屋上部 (機器ハッチ開口部3階付近)		放射線指示濃度限度 (Bq/cm ³) (別表第4欄 放射線 業務従事者の照射する 空气中の濃度限度)
	測定濃度 (Bq/cm ³)	倍率 (/)	測定濃度 (Bq/cm ³)	倍率 (/)	測定濃度 (Bq/cm ³)	倍率 (/)	
採取日時	平成23年1月9日 11時55分~11時55分		平成23年1月9日 11時55分~11時55分		平成23年1月9日 12時55分~12時55分		
検出核種 (半減期)	測定濃度 (Bq/cm ³)	倍率 (/)	測定濃度 (Bq/cm ³)	倍率 (/)	測定濃度 (Bq/cm ³)	倍率 (/)	
I-131 (約8日)	ND	-	ND	-	ND	-	1E-03
Cs-134 (約2年)	7.5E-04	0.38	2.1E-03	1.1	1.9E-04	0.10	2E-03
Cs-137 (約30年)	9.8E-04	0.33	2.6E-03	0.87	2.3E-04	0.08	3E-03

評価結果

- 原子炉建屋上部での測定結果による放出量については、それぞれの数値を切り上げて、以下の通り合計

1号機：約0.1億Bq/時

2号機；約0.1億Bq/時

3号機；約0.4億Bq/時

合計：約0.6億Bq/時

- 比較検討のため、地表面からの放射性物質の再浮遊の影響を受けないと考えられる海上で測定し、評価

海上：約0.2億Bq/時

原子力安全委員会「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」による

- 現時点におけるセシウムの放出量として、海上では風向の変動により測定値が上下すると考え、原子炉建屋上部での測定結果による評価値を採用

放出量：約0.6億Bq/時

被ばく線量評価方法、希ガス放出量・線量評価については別紙参照

評価結果（別紙）

■敷地境界における被ばく線量評価

放出量約0.6億Bq/時による被ばく線量を約0.1mSv/年と評価

（評価方法）

従来の評価と同様に、セシウムを対象に、年間の平均気象の条件で、敷地境界における各経路の線量を評価し、合計

- ・放射性雲による外部被ばく線量
- ・地表面に沈着した放射性物質による外部被ばく線量(大部分の寄与)
- ・吸入摂取による内部被ばく線量

■なお、希ガスについては、2号機について格納容器ガス管理システムからの放出量を約140億Bq/時と評価し、1,3号機についても同様になると評価

■被ばく線量の評価において、希ガスは、放出される線の実効エネルギーがセシウムに比べて小さく、放射性雲の通過による外部被ばくのみとなるため、今回の2号機の分析結果については、0.00012mSv/年と評価

今後の見通し

- 1号機は建屋カバー排気設備のサンプリング設備で、2, 3号機については、建屋上部でダスト濃度を定期的に測定する。
- 更に、原子炉建屋からの放射性物質の放出監視について、原子炉格納容器では格納容器ガス管理システムの出口でも実施。
- 放出管理の具体的な方法について、測定点・測定値の代表性や瓦礫撤去等による現場状況の変化等を考慮して検討し、引き続き、放出量評価を適切に行い、放出が抑制され、低下傾向にあることを確認していく。

< 参考 > 評価方法 (海上)

放出源（原子炉建屋）に対して採取点が風下となる風向の場合に採取
沖合約2km程度の1～3号機の風下側の点で、
調査船により空气中放射性物質濃度測定



空气中放射性物質濃度から基本拡散式（原子力安全委員会「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」により原子炉建屋からの放出量を推定。

- ダスト濃度(最大値 11/11採取) :
Cs-134 $3.2E-8$ Bq/cm³ ·
Cs137 $3.2E-8$ Bq/cm³
- 気象条件：西風・風速 2.0 ~ 2.7 m/s ·
大気安定度D
- 評価結果：約0.15億Bq/時 (0.2)



船上での空气中放射性物質濃度測定時の様子



空气中放射性物質濃度測定の様子