

放射性物質拡散シミュレーション結果

新潟県

平成27年12月16日

1 目的

フィルタベント設備と防護対策の整合性を検討する上で、以下の事項について確認するため、シミュレーションを実施するもの

- ・放射性物質による影響が及ぶ範囲
- ・フィルタベントの性能と効果
- ・防護対策を行う上で考慮すべき事項

2 計算条件

(1) 計算コード SPEEDI（緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム）

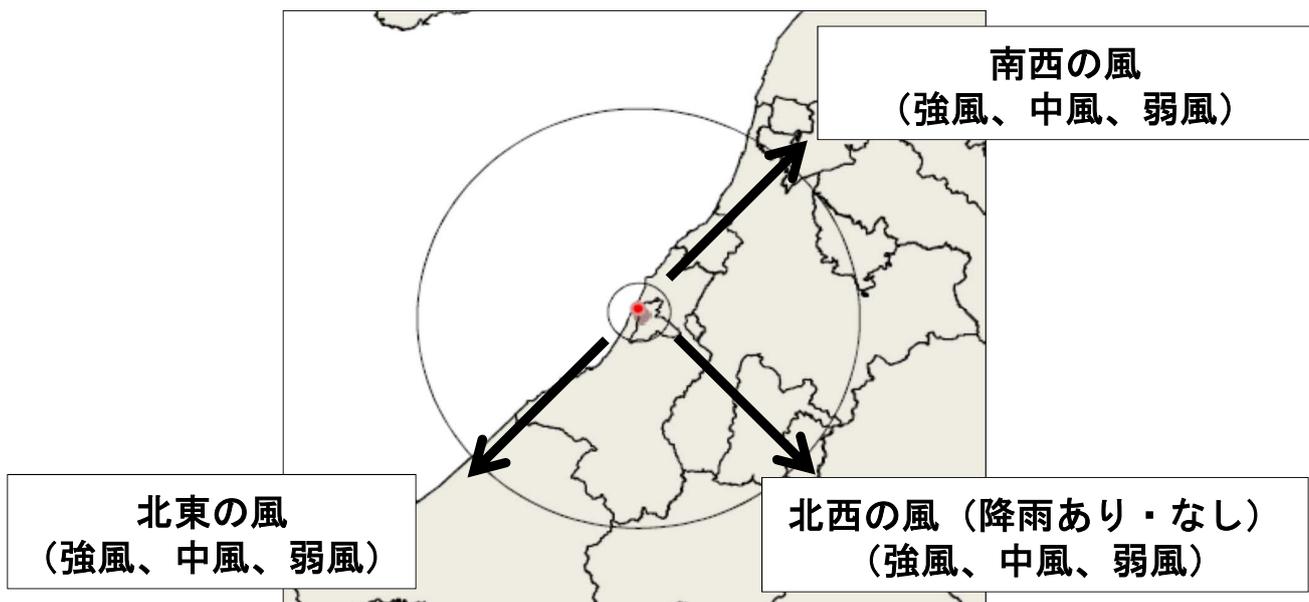
(2) 対象施設 柏崎刈羽原子力発電所6号機

(3) 事故想定

ケース	冷却装置	圧力容器破損	格納容器破損	フィルタベント設備の使用	放出開始時間	
1	ガスタービン発電機で電源供給し、復水移送ポンプで注水する場合	一部動作	無	無	○	25h後
2	全ての冷却装置が動作せず、消防車で注水する場合	使用不能 (消防車利用)	有	無	○	18h後
3	全く注水できない場合	全て使用不能	有	無	○	6h後
4	【参考ケース】 全く注水できず格納容器が破損し、フィルタベント設備を通さずに放射性物質が放出される場合	全て使用不能	有	有	×	8h後

(4) 気象条件

平成23年から平成25年の3年間の実気象から、下図の条件で気象データを抽出



※実気象のため、気象データの途中で風向・風速が変化するが、放射性物質放出開始後数時間の気象条件を優先して抽出

【抽出した気象データ】（12パターン）

風向	放出開始日時		
	強風	中風	弱風
北西（降雨なし）	H24.11. 9 7:00	H25. 1.19 16:00	H24. 6.25 12:00
北西（降雨あり）	H24. 1.28 22:00	H24. 5.10 11:00	H25. 8. 1 21:00
北東	H23. 5.30 0:00	H23.11.30 1:00	H25. 3.29 6:00
南西	H24. 3.25 7:00	H23. 6.21 20:00	H25. 8. 9 19:00

※放出開始日時から72時間の気象データを使用

(5) 計算した件数

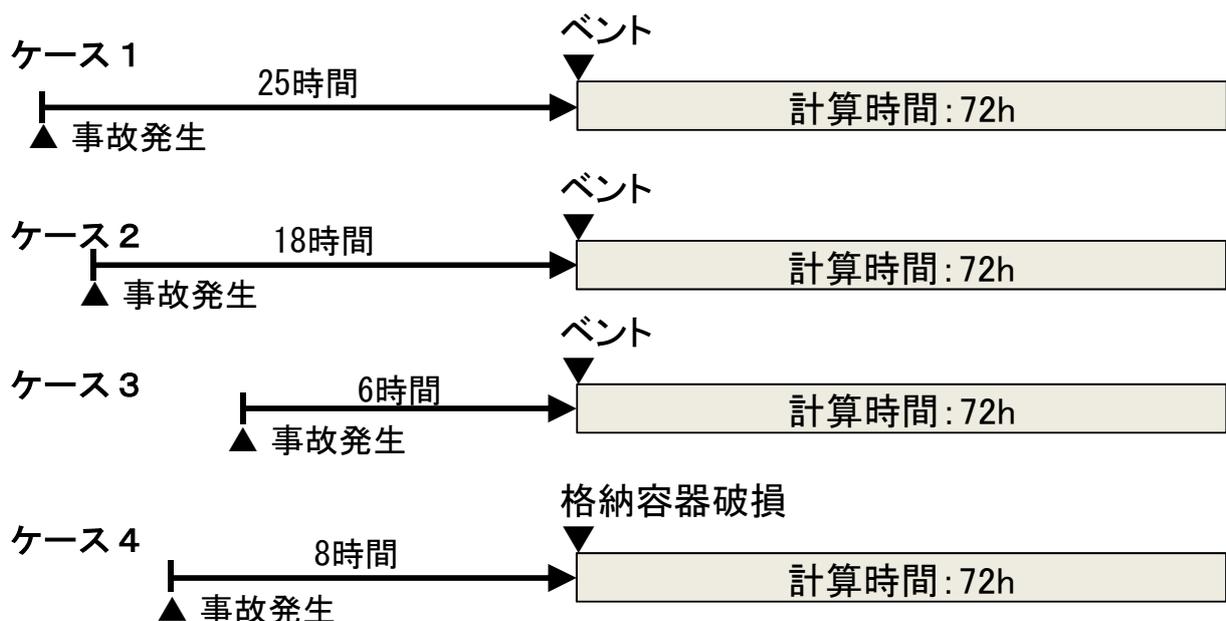
48件（事故想定4ケース×気象条件12パターン）

(6) 計算範囲

柏崎刈羽原子力発電所を中心とした100km四方
（図形表示範囲は92km四方）

(7) 計算時間

放射性物質の放出開始から72時間（3日間）



※放出開始後の放射性物質の放出量

いずれのケースも、放出後1時間で格納容器内の放射性物質の全量が放出されるが、
ケース1～3は、事故の状況に伴い放出が72時間継続される想定。

(8) 放出核種及び放出量

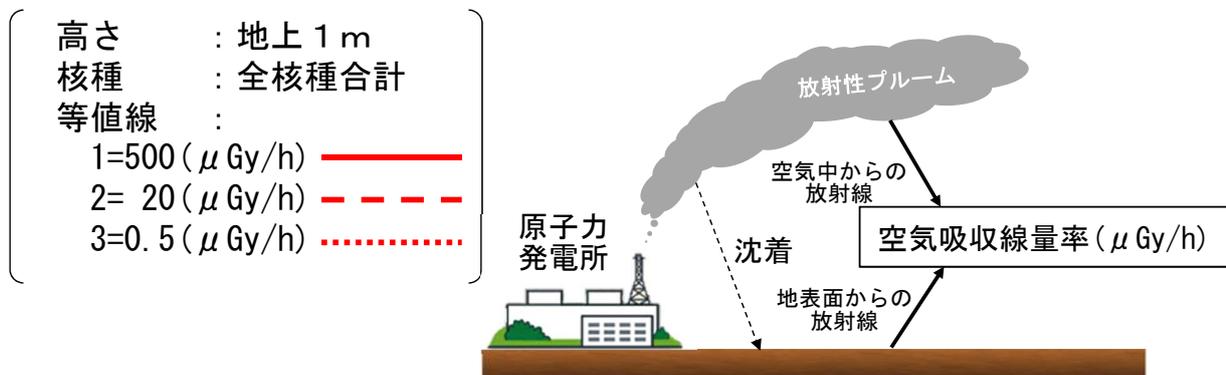
核種	放出量(72時間積算)[Bq]			
	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
Kr85	6.03×10^{16}	6.25×10^{16}	6.25×10^{16}	6.25×10^{16}
Kr85m	2.63×10^{16}	6.79×10^{16}	4.08×10^{17}	3.00×10^{17}
Kr87	1.81×10^{12}	8.75×10^{13}	4.88×10^{16}	1.64×10^{16}
Kr88	4.97×10^{15}	2.52×10^{16}	4.46×10^{17}	2.72×10^{17}
Xe131m	4.19×10^{15}	3.64×10^{15}	2.56×10^{15}	2.75×10^{15}
Xe133	7.34×10^{18}	7.66×10^{18}	7.90×10^{18}	7.87×10^{18}
Xe133m	4.97×10^{16}	4.56×10^{16}	3.32×10^{16}	3.60×10^{16}
Xe135	1.77×10^{18}	2.25×10^{18}	3.10×10^{18}	3.06×10^{18}
Xe135m	6.16×10^{16}	9.81×10^{16}	3.31×10^{17}	2.69×10^{17}
I131	1.39×10^{11}	8.35×10^{11}	8.71×10^{11}	4.68×10^{17}
I132	1.77×10^{11}	1.11×10^{12}	1.23×10^{12}	5.01×10^{17}
I133	1.35×10^{11}	1.02×10^{12}	1.50×10^{12}	3.80×10^{17}
I134	6.28×10^2	1.54×10^6	1.48×10^{10}	3.62×10^{14}
I135	2.07×10^{10}	2.68×10^{11}	9.07×10^{11}	1.23×10^{17}
Cs134	2.69×10^9	5.77×10^{10}	5.78×10^{10}	8.89×10^{15}
Cs136	7.00×10^8	1.53×10^{10}	1.58×10^{10}	1.92×10^{15}
Cs137	2.19×10^9	4.69×10^{10}	4.70×10^{10}	7.07×10^{15}

※ 1時間毎の放出量の小數第3位を四捨五入して72時間積算した値。(東京電力の72時間積算値と異なる。)

(9) 計算した内容

空気吸収線量率 ($\mu\text{Gy/h}$)

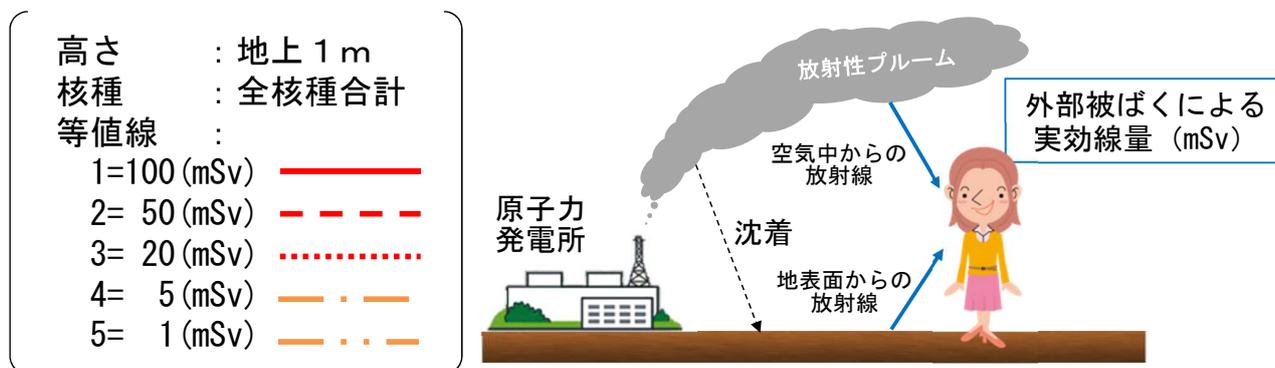
- ・ 空気中や地表面の放射性物質からの1時間あたりの放射線量
- ・ 放射性物質の広がりや屋外における放射線量の変化を表す



※ 県内の通常値の範囲: $0.016 \sim 0.16 (\mu\text{Gy/h})$

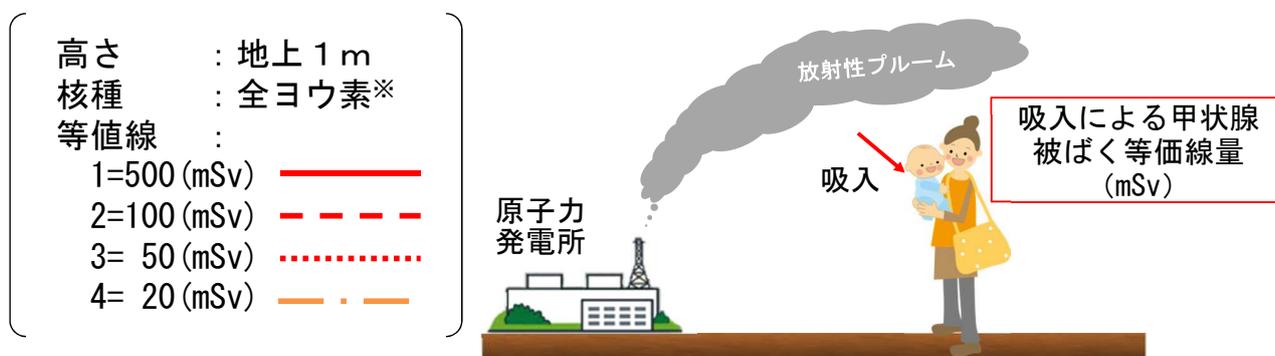
外部被ばくによる実効線量 (mSv)

- ・ 空気中や地表面の放射性物質からの放射線による72時間積算の外部被ばく量
- ・ 防護措置（避難や屋内退避など）を実施せず屋外に居続けた場合の被ばく量を表す



吸入による甲状腺被ばく等価線量 (mSv)

- ・ よう素の吸入による1歳児の72時間積算の甲状腺等価線量
- ・ 防護措置（マスクや屋内退避など）を実施せず屋外に居続ける場合の甲状腺の被ばく線量を表す

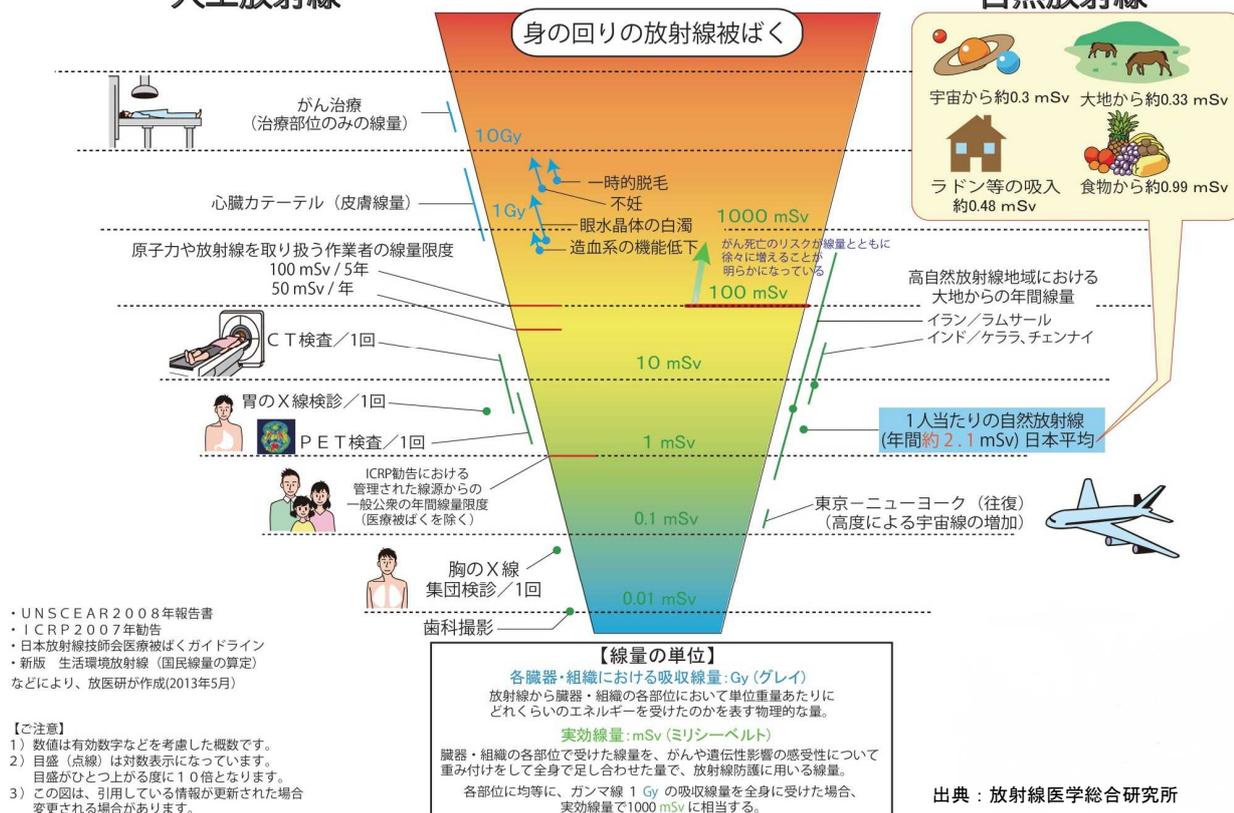


※ヨウ素131,132,133,134,135をヨウ素131に換算

放射線被ばくの早見図

人工放射線

自然放射線



【参考:被ばく線量・線量率に関する基準】

	基準	基準値
空間放射線量率 (空気吸収線量率)	原子力災害対策指針: UPZ以遠の避難等実施基準 (OIL1)	500 μ Sv/h
	原子力災害対策指針: UPZ以遠の一時移転実施基準 (OIL2)	20 μ Sv/h
	原子力災害対策指針: UPZ以遠の飲食物スクリーニング実施基準	0.5 μ Sv/h
外部被ばく実効線量	IAEA (国際原子力機関): 緊急防護措置実施の判断基準	100 mSv/週
	原子炉等規制法: 放射線従事者の線量限度	50 mSv/年
	福島第一原子力発電所事故: 「計画的避難区域」の目安	20 mSv/年
	原子炉等規制法: 女性放射線従事者の線量限度	5 mSv/3ヶ月
甲状腺等価線量	ICRP (国際放射線防護委員会): 公衆の線量限度	1 mSv/年
	旧防災指針: 屋内退避、安定ヨウ素剤服用の基準	100 ~ 500 mSv
	IAEA (国際原子力機関): 安定ヨウ素剤服用の判断基準	50 mSv/週
	IAEA (国際原子力機関): 安定ヨウ素剤服用の判断基準 (50 mSv/週) を3日間に換算 ($50 \times 3/7 = 21.4 \approx 20$)	20 mSv/3日

希ガス

周期表の第0族元素であるヘリウム(He)、ネオン(Ne)、アルゴン(Ar)、クリプトン(Kr)、キセノン(Xe)、ラドン(Rn)の6つの総称。自然界の存在量が少なく、化学的に不活性な気体。クリプトン(Kr)やキセノン(Xe)といった原子炉内でできる放射性の希ガスは、フィルタなどで容易に除去できないため外部被ばくの原因となる。

原子力発電所で燃料破損による事故が発生した場合、主にクリプトンやキセノンの放射性希ガスが大気中に放出される。

空間放射線量率（空気吸収線量率）

環境中の放射線の強度をある空間の一点での放射線の量で表した単位時間当たりの量。平常時及び緊急時の環境モニタリングにおける重要な測定項目のひとつである。

放射線の量を物質が放射線から吸収したエネルギー量で測定する場合、線量率の単位は、Gy/h（グレイ/時）で表す。空気吸収線量率ともいい、表示単位は一般的にnGy/h（ナノグレイ/時）及び μ Sv/h（マイクロシーベルト/時）である。

（※ ナノは、10のマイナス9乗）

実効線量

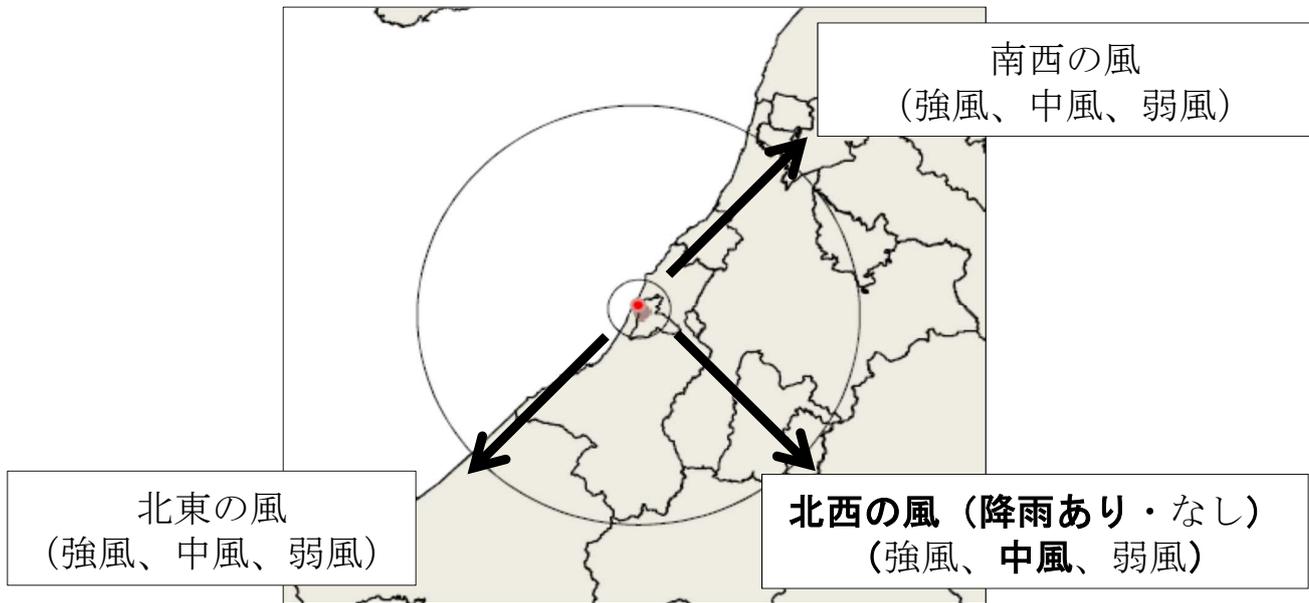
人体の各部に受けた放射線による影響の度合いを全て足し合わせて、全身で受けたらどのくらいになるか換算した値。例えば、肺だけ10ミリシーベルト受ければ、肺の組織荷重係数（0.12）を掛け合わせ、全身が均等に1.2ミリシーベルト受けたのに等しく、この値が実効線量となる。

等価線量

放射線の種類やエネルギーによって異なる影響を、放射線を受けた人体の部位（組織・臓器の別）ごとに表す「ものさし」のこと。

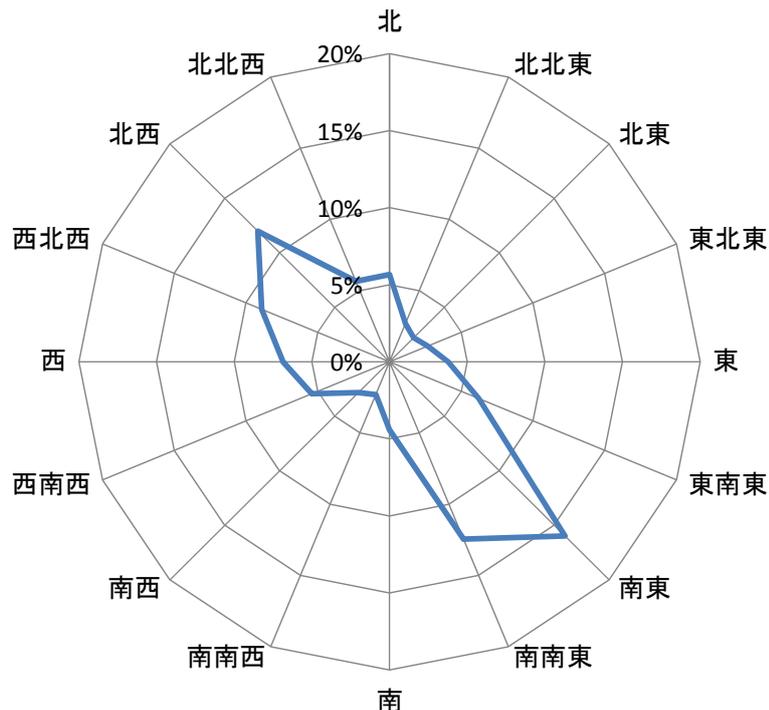
3 計算結果

本資料では、気象12パターンのうち、1パターン（北西・中風・雨あり）のみを例示



(参考)平成23年から平成25年の風配図

※柏崎刈羽原子力発電所気象観測所、標高85m



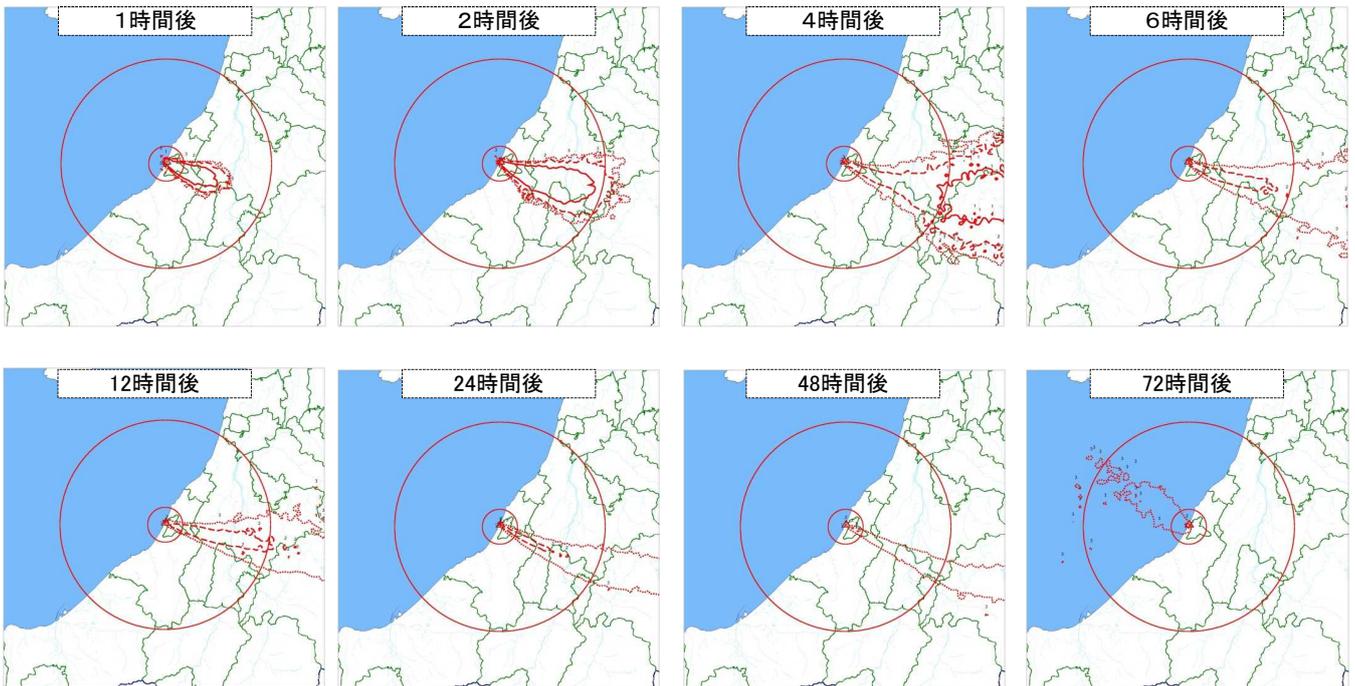
風向きは、全ての方向に可能性がある。

空気吸収線量率 ($\mu\text{Gy/h}$)

ケース3 北西・中風・雨あり※

※ケース1、2も同様の傾向

等値線 1=500 ($\mu\text{Gy/h}$) ———
 2= 20 ($\mu\text{Gy/h}$) - - - - -
 3=0.5 ($\mu\text{Gy/h}$) ·····

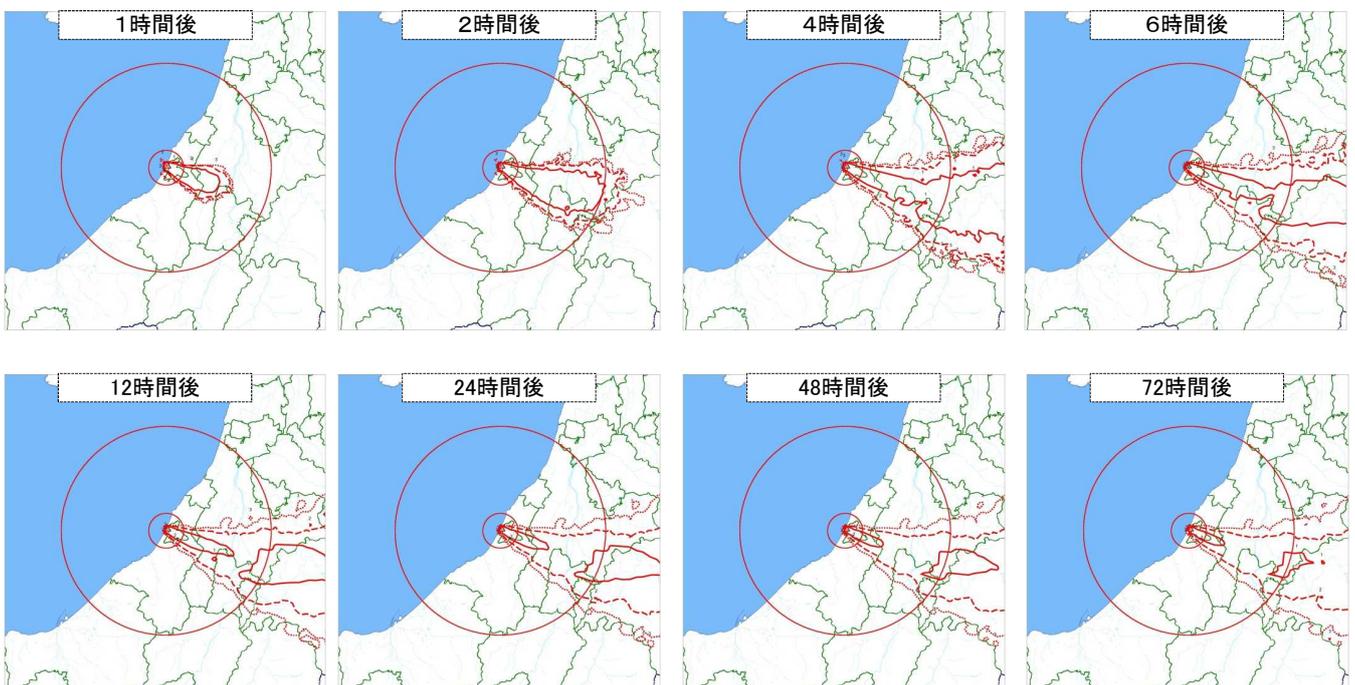


空気吸収線量率 ($\mu\text{Gy/h}$)

ケース4 北西・中風・雨あり※

※ケース3と比較のため、ケース3と同じ気象パターンを抽出

等値線 1=500 ($\mu\text{Gy/h}$) ———
 2= 20 ($\mu\text{Gy/h}$) - - - - -
 3=0.5 ($\mu\text{Gy/h}$) ·····



外部被ばくによる実効線量 (mSv)

ケース 1 北西・中風・雨あり



等値線 1=100 (mSv) ————
 2= 50 (mSv) - - - - -
 3= 20 (mSv) ······
 4= 5 (mSv) - · - · -
 5= 1 (mSv) - · - · -

放出核種 (積算) : Bq
 Kr85 : 6.03×10^{16}
 Kr85m : 2.63×10^{16}
 Kr87 : 1.81×10^{12}
 Kr88 : 4.97×10^{15}
 Xe131m : 4.19×10^{15}
 Xe133 : 7.34×10^{18}
 Xe133m : 4.97×10^{16}
 Xe135 : 1.77×10^{18}
 Xe135m : 6.16×10^{16}
 I131 : 1.39×10^{11}
 I132 : 1.77×10^{11}
 I133 : 1.35×10^{11}
 I134 : 6.28×10^2
 I135 : 2.07×10^{10}
 Cs134 : 2.69×10^9
 Cs136 : 7.00×10^8
 Cs137 : 2.19×10^9

外部被ばくによる実効線量 (mSv)

ケース 2 北西・中風・雨あり



等値線 1=100 (mSv) ————
 2= 50 (mSv) - - - - -
 3= 20 (mSv) ······
 4= 5 (mSv) - · - · -
 5= 1 (mSv) - · - · -

放出核種 (積算) : Bq
 Kr85 : 6.25×10^{16}
 Kr85m : 6.79×10^{16}
 Kr87 : 8.75×10^{13}
 Kr88 : 2.52×10^{16}
 Xe131m : 3.64×10^{15}
 Xe133 : 7.66×10^{18}
 Xe133m : 4.56×10^{16}
 Xe135 : 2.25×10^{18}
 Xe135m : 9.81×10^{16}
 I131 : 8.35×10^{11}
 I132 : 1.11×10^{12}
 I133 : 1.02×10^{12}
 I134 : 1.54×10^6
 I135 : 2.68×10^{11}
 Cs134 : 5.77×10^{10}
 Cs136 : 1.53×10^{10}
 Cs137 : 4.69×10^{10}

外部被ばくによる実効線量 (mSv)

ケース 3 北西・中風・雨あり

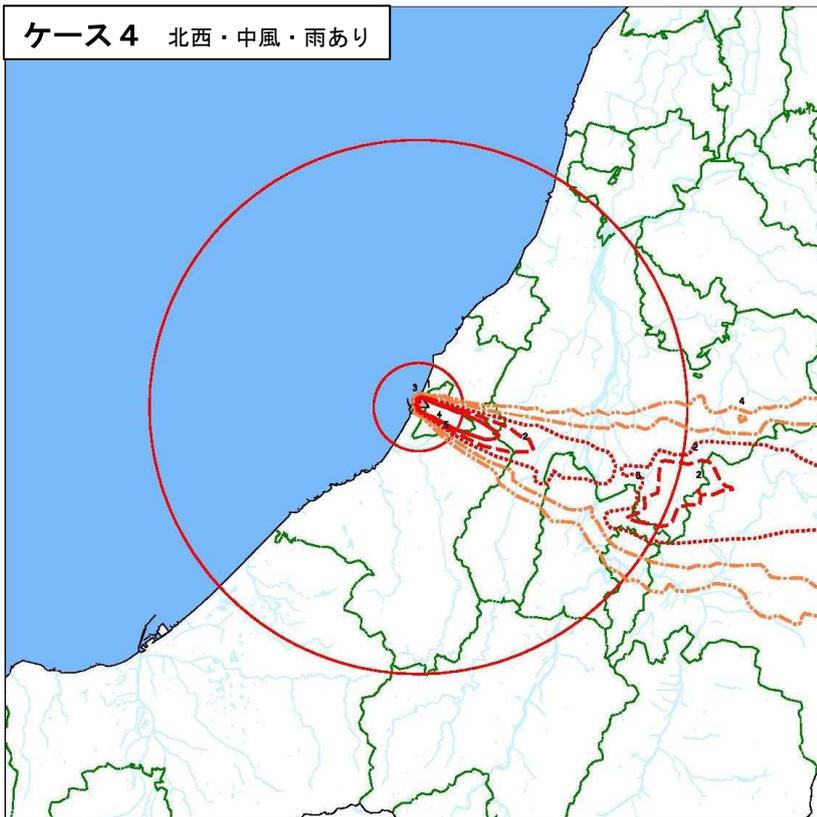


等値線 1=100 (mSv) ————
 2= 50 (mSv) - - - - -
 3= 20 (mSv) ······
 4= 5 (mSv) - · - ·
 5= 1 (mSv) - · - · - ·

放出核種 (積算) : Bq
 Kr85 : 6.25×10^{16}
 Kr85m : 4.08×10^{17}
 Kr87 : 4.88×10^{16}
 Kr88 : 4.46×10^{17}
 Xe131m : 2.56×10^{15}
 Xe133 : 7.91×10^{18}
 Xe133m : 3.32×10^{16}
 Xe135 : 3.11×10^{18}
 Xe135m : 3.31×10^{17}
 I131 : 8.71×10^{11}
 I132 : 1.23×10^{12}
 I133 : 1.50×10^{12}
 I134 : 1.48×10^{10}
 I135 : 9.07×10^{11}
 Cs134 : 5.78×10^{10}
 Cs136 : 1.58×10^{10}
 Cs137 : 4.70×10^{10}

外部被ばくによる実効線量 (mSv)

ケース 4 北西・中風・雨あり



等値線 1=100 (mSv) ————
 2= 50 (mSv) - - - - -
 3= 20 (mSv) ······
 4= 5 (mSv) - · - ·
 5= 1 (mSv) - · - · - ·

放出核種 (積算) : Bq
 Kr85 : 6.25×10^{16}
 Kr85m : 3.00×10^{17}
 Kr87 : 1.64×10^{16}
 Kr88 : 2.72×10^{17}
 Xe131m : 2.75×10^{15}
 Xe133 : 7.87×10^{18}
 Xe133m : 3.60×10^{16}
 Xe135 : 3.06×10^{18}
 Xe135m : 2.69×10^{17}
 I131 : 4.68×10^{17}
 I132 : 5.01×10^{17}
 I133 : 3.80×10^{17}
 I134 : 3.62×10^{14}
 I135 : 1.23×10^{17}
 Cs134 : 8.89×10^{15}
 Cs136 : 1.92×10^{15}
 Cs137 : 7.07×10^{15}

吸入による甲状腺被ばく等価線量 (mSv)

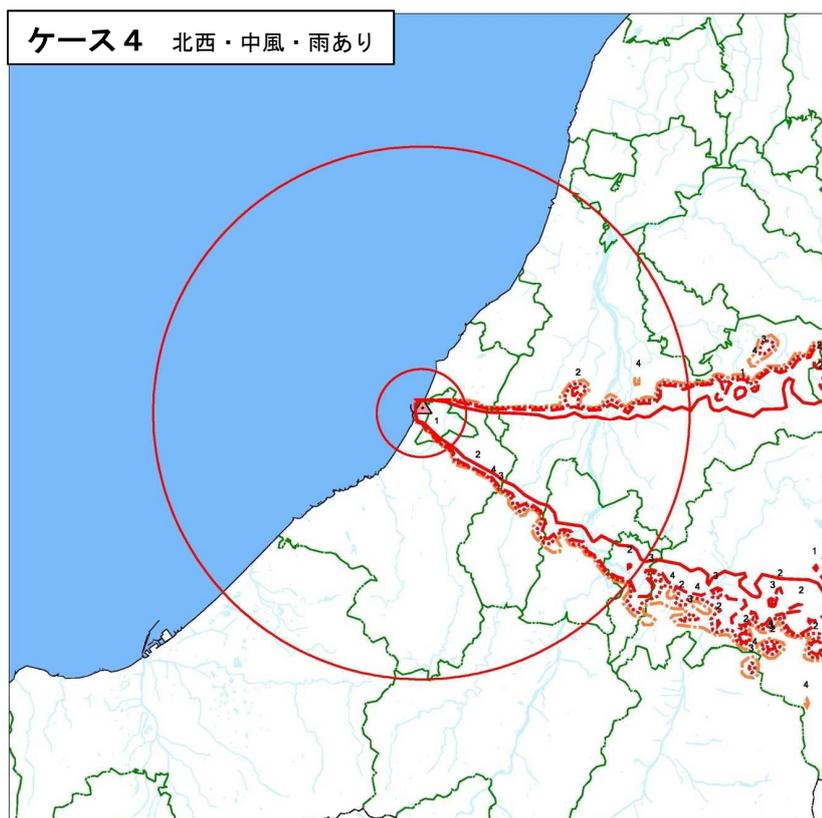


等値線 1=500 (mSv) ————
 2=100 (mSv) - - - - -
 3= 50 (mSv) ······
 4= 20 (mSv) - · - · -

放出核種 (積算) : Bq
 (ケース 1) ヨウ素 : 1.76×10^{11}
 (ケース 2) ヨウ素 : 1.11×10^{12}
 (ケース 3) ヨウ素 : 1.30×10^{12}

※よう素131,132,133,134,135を
 よう素131に換算

吸入による甲状腺被ばく等価線量 (mSv)



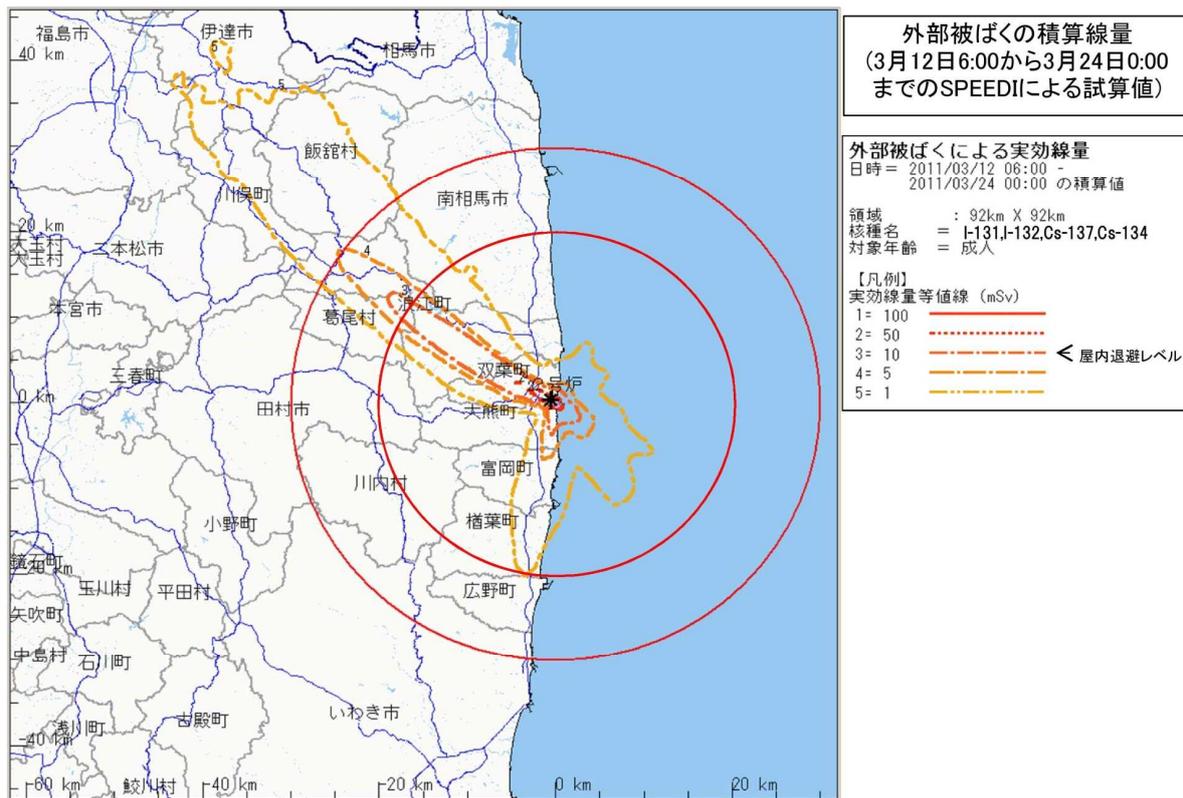
等値線 1=500 (mSv) ————
 2=100 (mSv) - - - - -
 3= 50 (mSv) ······
 4= 20 (mSv) - · - · -

放出核種 (積算) : Bq
 ヨウ素 : 5.75×10^{17}

※よう素131,132,133,134,135を
 よう素131に換算

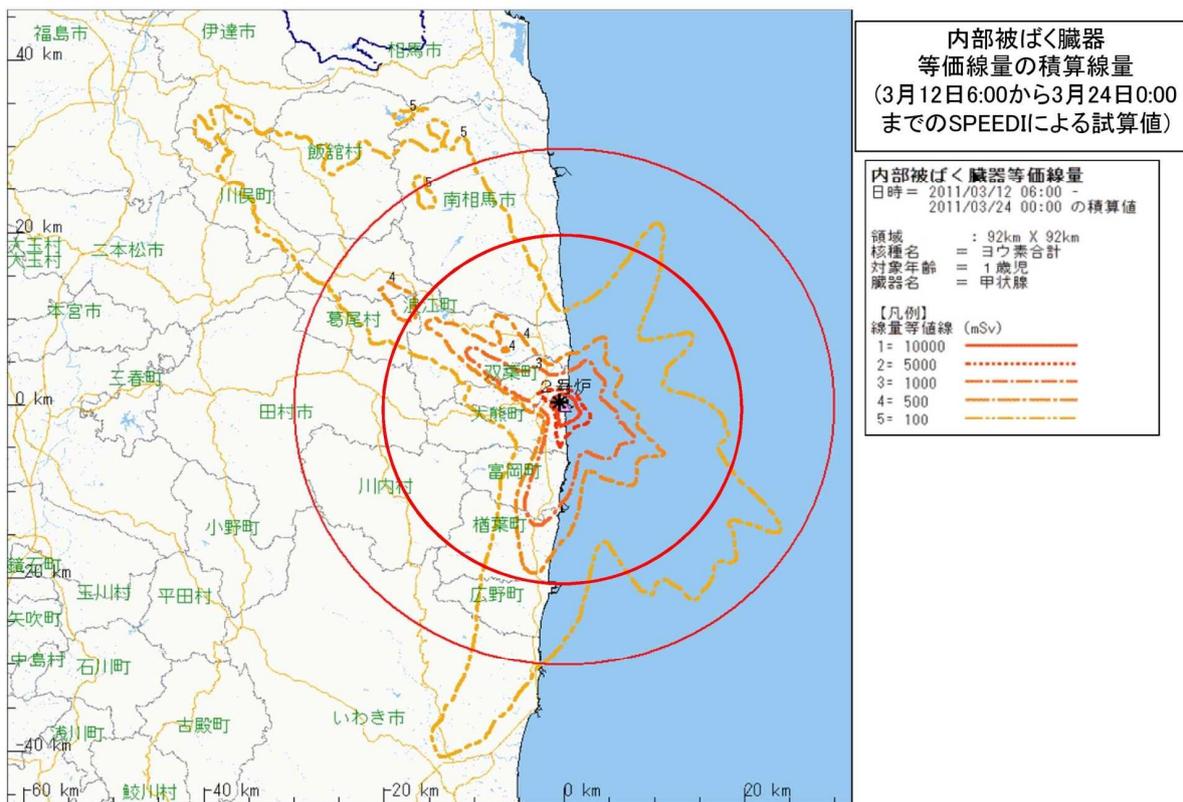
(参考) 文部科学省

緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム (SPEEDI) による計算結果

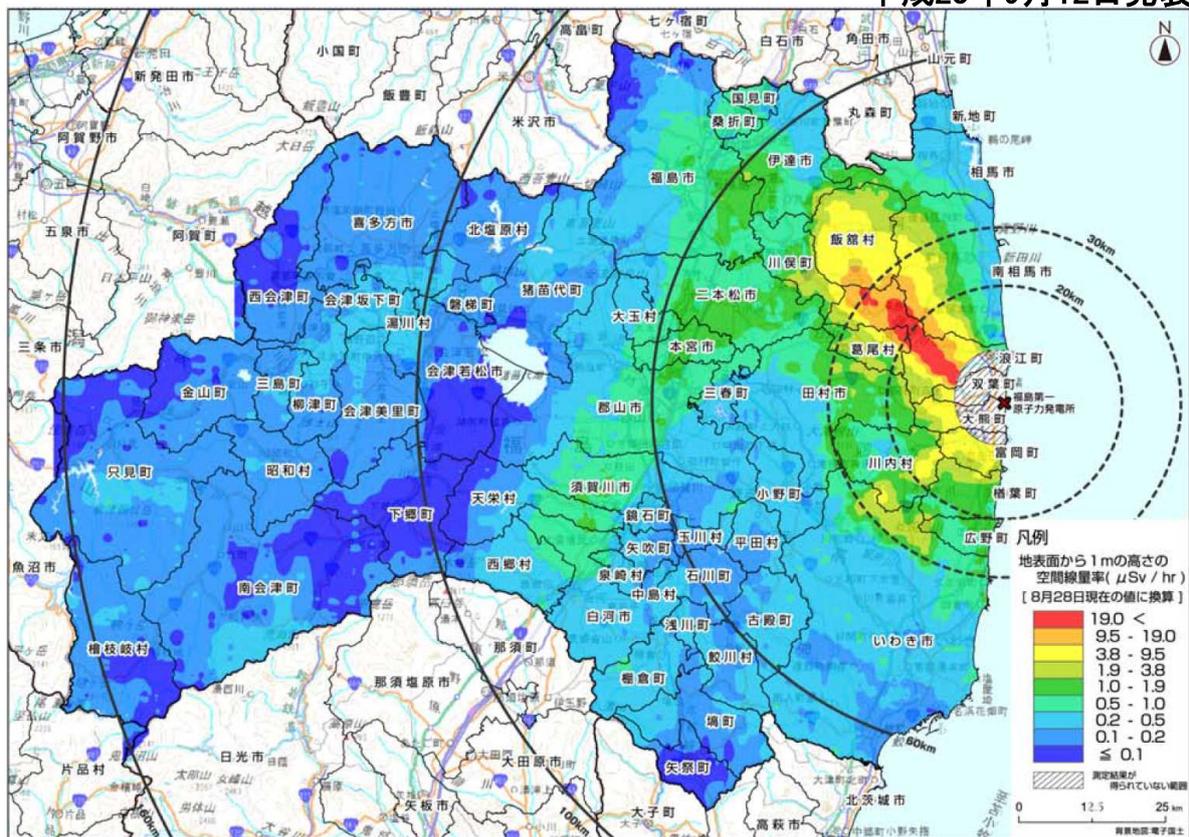


(参考) 文部科学省

緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム (SPEEDI) による計算結果



(参考) 文部科学省による福島県西部の航空機モニタリングの測定結果について
平成23年9月12日発表



外部被ばく実効線量

風向：北西（雨なし）



風向：北西（雨あり）



ケース1 (25時間ベント)

風向：北東



風向：南西



外部被ばくによる実効線量
72時間の積算

気象データ：GPV+観測値
柏崎刈羽6号機
核種名：全核種
対象年齢：成人

【凡例】
実効線量等値線 (mSv)
1=100
2=50
3=20
4=5
5=1

【計算条件】
放出高 40.4m
放出核種 (積算) : Bq

Kr85 : 6.03×10^{16}
Kr85m : 2.63×10^{16}
Kr87 : 1.81×10^{12}
Kr88 : 4.97×10^{15}
Xe131m : 4.19×10^{15}
Xe133 : 7.34×10^{18}
Xe133m : 4.97×10^{16}
Xe135 : 1.77×10^{18}
Xe135m : 6.16×10^{16}
I131 : 1.39×10^{11}
I132 : 1.77×10^{11}
I133 : 1.35×10^{11}
I134 : 6.28×10^2
I135 : 2.07×10^{10}
Cs134 : 2.69×10^9
Cs136 : 7.00×10^8
Cs137 : 2.19×10^9

外部被ばく実効線量

風向：北西（雨なし）



風向：北西（雨あり）



ケース2(18時間ベント)

風向：北東



風向：南西



外部被ばくによる実効線量
72時間の積算

気象データ：GPV+観測値
柏崎刈羽6号機
核種名：全核種
対象年齢：成人

【凡例】
実効線量等値線 (mSv)
1=100 (solid red line)
2=50 (dashed red line)
3=20 (dotted red line)
4=5 (dash-dot orange line)
5=1 (dotted orange line)

【計算条件】
放出高 40.4m
放出核種 (積算) : Bq

Kr85 : 6.25×10^{16}
Kr85m : 6.79×10^{16}
Kr87 : 8.75×10^{13}
Kr88 : 2.52×10^{16}
Xe131m : 3.64×10^{15}
Xe133 : 7.66×10^{18}
Xe133m : 4.56×10^{16}
Xe135 : 2.25×10^{18}
Xe135m : 9.81×10^{16}
I131 : 8.35×10^{11}
I132 : 1.11×10^{12}
I133 : 1.02×10^{12}
I134 : 1.54×10^6
I135 : 2.68×10^{11}
Cs134 : 5.77×10^{10}
Cs136 : 1.53×10^{10}
Cs137 : 4.69×10^{10}

外部被ばく実効線量

風向：北西（雨なし）



風向：北西（雨あり）

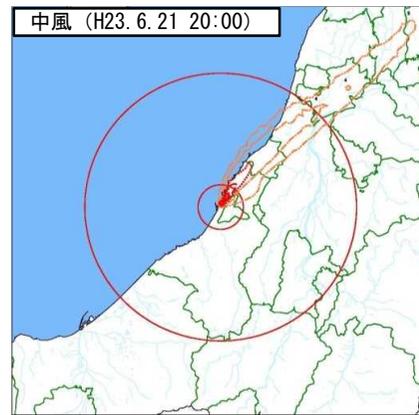


ケース3(6時間ベント)

風向：北東



風向：南西



外部被ばくによる実効線量
72時間の積算

気象データ：GPV+観測値
柏崎刈羽6号機
核種名：全核種
対象年齢：成人

【凡例】
実効線量等値線 (mSv)
1=100 —————
2=50 - - - - -
3=20
4=5 - . - . -
5=1 -

【計算条件】
放出高 40.4m
放出核種 (積算) : Bq

Kr85 : 6.25×10^{16}
Kr85m : 4.08×10^{17}
Kr87 : 4.88×10^{16}
Kr88 : 4.46×10^{17}
Xe131m : 2.56×10^{15}
Xe133 : 7.90×10^{18}
Xe133m : 3.32×10^{16}
Xe135 : 3.10×10^{18}
Xe135m : 3.31×10^{17}
I131 : 8.71×10^{11}
I132 : 1.23×10^{12}
I133 : 1.50×10^{12}
I134 : 1.48×10^{10}
I135 : 9.07×10^{11}
Cs134 : 5.78×10^{10}
Cs136 : 1.58×10^{10}
Cs137 : 4.70×10^{10}

外部被ばく実効線量

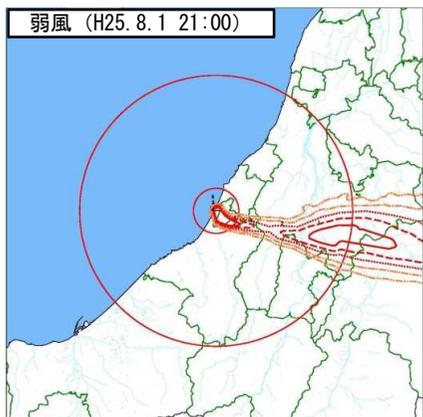
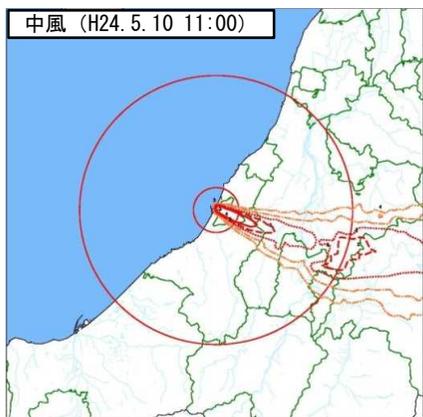
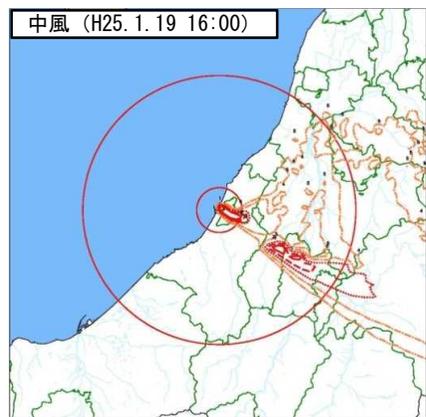
風向：北西（雨なし）

風向：北西（雨あり）

ケース4 (8時間格納容器破損)

風向：北東

風向：南西



外部被ばくによる実効線量
72時間の積算

気象データ：GPV+観測値
柏崎刈羽6号機
核種名：全核種
対象年齢：成人

【凡例】
実効線量等値線 (mSv)
1=100 —————
2=50 - - - - -
3=20
4=5 - · - · -
5=1 - · · · · ·

【計算条件】
放出高 31.8m
放出核種 (積算) : Bq

Kr85 : 6.25×10^{16}
Kr85m : 3.00×10^{17}
Kr87 : 1.64×10^{16}
Kr88 : 2.72×10^{17}
Xe131m : 2.75×10^{15}
Xe133 : 7.87×10^{18}
Xe133m : 3.60×10^{16}
Xe135 : 3.06×10^{18}
Xe135m : 2.69×10^{17}
I131 : 4.68×10^{17}
I132 : 5.01×10^{17}
I133 : 3.80×10^{17}
I134 : 3.62×10^{14}
I135 : 1.23×10^{17}
Cs134 : 8.89×10^{15}
Cs136 : 1.92×10^{15}
Cs137 : 7.07×10^{15}

吸入による甲状腺被ばく等価線量

風向：北西（雨なし）

風向：北西（雨あり）

ケース1～3(ベント)

風向：北東

風向：南西

吸入による甲状腺被ばく等価線量
72時間の積算

気象データ：GPV+観測値
柏崎刈羽6号機
核種名：ヨウ素
対象年齢：1歳児

【凡例】
線量等値線 (mSv)
1=500 
2=100 
3=50 
4=20 

【計算条件】
放出高 40.4m
放出核種(積算) : Bq
ケース1 (25hベント)
ヨウ素 : 1.76×10^{11}
ケース2 (18hベント)
ヨウ素 : 1.11×10^{12}
ケース3 (6hベント)
ヨウ素 : 1.30×10^{12}



吸入による甲状腺被ばく等価線量

風向：北西（雨なし）

風向：北西（雨あり）

ケース4 (8時間格納容器破損)

風向：北東

風向：南西

吸入による甲状腺被ばく等価線量
72時間の積算

気象データ：GPV+観測値

柏崎刈羽6号機

核種名：ヨウ素

対象年齢：1歳児

【凡例】

線量等値線 (mSv)

1=500

2=100

3=50

4=20

【計算条件】

放出高 31.8m

放出核種 (積算) : Bq

ヨウ素 : 5.75×10^{17}

