

(3) 他のシミュレーションとの比較 ※各推計方法の詳細は参考3参照

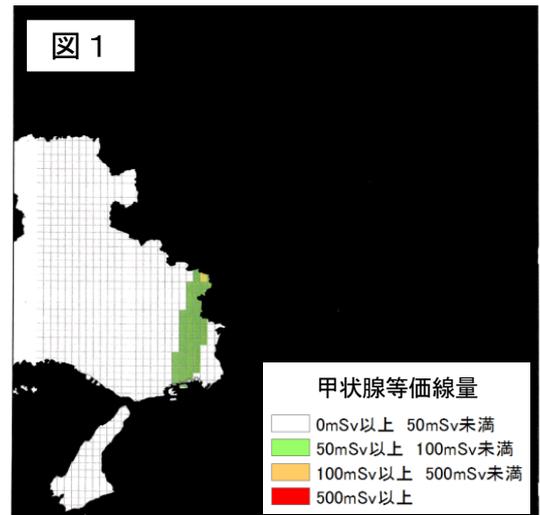
①滋賀県のシミュレーション

[推計方法]

- ・ 本県と同じく独自開発。
- ・ 2010年の滋賀県に最も影響のある日を選定して計算。
- ・ 計算領域は約200km四方と本県より狭い。
- ・ 1日間の積算の甲状腺等価線量を計算。

[推計結果] 図1

- ・ 高浜原発で2010/11/24に福島第一並みの放出があった場合、篠山市東部から神戸市東部～阪神間にかけて甲状腺等価線量が50mSvを超える結果となっている。



②京都府のシミュレーション

[推計方法]

- ・ 国の SPEEDI を活用。
- ・ 2011年の京都府に最も影響のある日を選定して計算。
- ・ 計算領域は92km四方と本県より狭い。
- ・ 放出量が本県・滋賀県より若干多い。(H24.3.28 原子力安全・保安院公表資料の推定放出量を採用)
- ・ 1日間の積算の甲状腺等価線量を計算。

[推計結果] 図2

- ・ 高浜原発で2011/2/20に福島第一並みの放出があった場合、篠山市東部で甲状腺等価線量が50mSvを超える結果となっている。



③国のシミュレーション

[推計方法]

- ・ MACCS2 (注) を活用。福島第一並みの放射性物質の放出があった場合に実効線量が7日間で100mSvに達する距離を16方位で試算。
- ・ 地形の影響が考慮されていない。
- ・ 放出量が他のシミュレーションより多い。(H23.6.6 原子力安全・保安院公表資料の推定総放出量が10時間で全て放出されたと仮定)
- ・ 上位3%の数値を異常値として捨象。
- ・ 甲状腺等価線量は計算していない。

[推計結果] 図3

- ・ 高浜原発で福島第一並みの放出があった場合でも、県内で実効線量が100mSvに達する区域はない。



実効線量が7日間で100mSvに達する距離を図示(赤線は30km同心円)

(注) 米国原子力規制委員会が放射線被ばくや拡散を評価する際に使用。年間の気象データから放射性物質の拡散傾向を計算するもの。

4 当面の対応

(1) 国の協議会で検討される対策への反映

国、福井県、岐阜県、滋賀県、京都府、関西広域連合（オブザーバー）からなる原子力災害に係る「広域的な地域防災に関する協議会（事務局：原子力規制庁）」の下に今後、ワーキンググループが設置され、具体的な対策の検討が行われる。

関西広域連合を通じて、UPZ の範囲外で実施されるべき対策に本シミュレーション結果を反映するよう働きかける。

(2) PPA の導入に係る指針改定の働きかけ

原子力規制委員会が今後詳細な検討を行う予定の「PPA の導入」について、時期を定めて早急に原子力災害対策指針を改定するよう国に働きかける。

5 今後の課題

(1) 関西防災・減災プラン原子力災害対策編の改定

国の協議会での対策の検討状況や原子力規制委員会での「PPA の導入」の検討状況を確認しつつ、プランを改定する。

(2) 地域防災計画（原子力等防災計画）の見直し

広域連合のプラン改定に応じて、本県として取るべき対策を検討し、地域防災計画（原子力等防災計画）の見直しを行う。

(3) 安定ヨウ素剤の配備の検討

地域防災計画の見直しと並行して、安定ヨウ素剤の配備の検討を行う。配備の必要な地域の検討に当たっては、線量が高くなることが想定される地点において、このシミュレーションモデルにより線量の推計を行い、その結果を参考にする。

<参考資料>

- | | |
|------|-----------------------|
| 参考 1 | 放射性物質拡散シミュレーションの実施方法 |
| 参考 2 | 県内の環境放射線モニタリング設備の配備状況 |
| 参考 3 | シミュレーション方法の比較 |
| 参考 4 | 放射性物質による被ばくに関する基準 |

参考1 放射性物質拡散シミュレーションの実施方法

1 シミュレーションの目的

放出源となる発電所の位置、気圧配置の変化や地形等の条件の違いにより、全く異なる移流（風の流れによる移動）・拡散が生じる放射性物質について、科学的な計算モデルを使用した拡散シミュレーションを行うことにより、原発事故で放射性物質が放出された場合の影響を客観的に推計し、兵庫県の原子力災害対策の見直しに活用する。

2 シミュレーションの方法

(1) 実施機関

(公財) ひょうご環境創造協会 兵庫県環境研究センター

(2) 計算モデル

使用モデル：気象モデル「WRF」、大気質モデル「CMAQ」
計算領域：大領域（WRF）1,344km×1,344km
小領域（WRF）544km×544km
（CMAQ）496km×496km
メッシュ：水平方向 大領域 16km 小領域 4km
鉛直方向 地表～100hPa（約 16,500m）を
WRF24層、CMAQ16層に区分
気象データ：気象庁の気象解析データ（GPV-MSM）
米国環境予測センターの気象解析データ（FNL）

《計算領域》



※計算モデルは、気象シミュレーションのモデルとして定評のある「WRF」と大気の移流・拡散シミュレーションのモデルとして定評のある「CMAQ」を組み合わせ、国立環境研究所地域環境研究センター（森野悠・主任研究員、大原利眞・センター長）及び近藤明大阪大学大学院工学研究科教授からの情報提供・指導を受けて作成。参考文献：Morino, Y., T. Ohara, and M. Nishizawa (2011), Atmospheric behavior, deposition, and budget of radioactive materials from the Fukushima Daiichi nuclear power plant in March 2011, Geophys. Res. Lett., 38, L00G11, doi:10.1029/2011GL048689.

※計算領域内の主な気象観測所の気象実測データとシミュレーション結果との比較を行い、シミュレーション結果の当てはまりの良さを検証済み。

(3) 対象とする原子力発電所

事業者名	発電所名	総出力
関西電力(株)	高浜発電所	339 万 kW (1.67 倍)
	大飯発電所	471 万 kW (2.32 倍)
	美浜発電所	167 万 kW (0.82 倍)
日本原子力発電(株)	敦賀発電所	152 万 kW (0.75 倍)

※総出力欄の（ ）書きは、福島第一原発 1～3 号機の総出力（203 万 kW）に対する比率

(4) 推計方法

① ステップ1（放射性物質の大気中濃度の最大日時の特定）

【計算方法】 年間を通じ一定量の放射性物質を連続して放出させ、放射性物質の大気中濃度の変化を推計した上で、代表地点として、神戸、豊岡、篠山、丹波の4地点（各市役所所在地を含む4km四方）を選び、各地点の放射性物質の大気中濃度の最大日時を特定。

【条件設定】

項目	条件	備考
核種	I-131 (ヨウ素 131)	
放出量	毎時 1Bq ※1年間放出し続ける。	
放出高さ	高浜：第2層 (約 30～70m) 大飯：第2層 (約 30～70m) 美浜：第3層 (約 70～150m) 敦賀：第1層 (0～約 30m)	原子炉ごとに想定されている事故時の放出源の有効高さの発電所ごとの平均値に基づき、本モデルで選択できる放出高さである第1層 (0～約 30m)、第2層 (約 30～70m)、第3層 (約 70～150m) を選択。 ※国のシミュレーション (H24.10 原子力規制委員会) では一律地上放出 (放出高さ 0m) と仮定しており、発電所ごとの特性は考慮していない。
計算対象年	平成 21 (2009) 年	直近 3 ヶ年 (平成 21, 22, 23 年) で最も極端でなく、平均からの乖離が少ない年として、大阪管区気象台の意見も参照した上で、平成 21 年を採用。
出力結果	I-131 の大気中濃度の最大値 (月別・通年) を示す図面を作成し、通年の動画も作成	

② ステップ2 (福島第一並みの事故を想定した被ばく線量の推計)

- 【計算方法】
- ア ステップ1の結果から、代表地点ごとに、各発電所から放射性物質の放出があった場合に被ばく線量が最大になる期間 (放出開始時点から 7 日間) を推定
 - イ 当該期間において、福島第一事故並みの放射性物質の放出があった場合の 7 日間の積算の甲状腺等価線量 (1 歳児) と実効線量 (成人) を計算

【条件設定】

項目	条件	備考
核種	I-131 (ヨウ素 131)、Cs-134 (セシウム 134)、Cs-137 (セシウム 137)	
放出量 【備考 1】	放出量 = 放出率 × 福島第一との出力比 × 放出継続時間 I-131：毎時 4,000 テラ Bq × 出力比 × 6 時間 Cs-134：毎時 400 テラ Bq × 出力比 × 6 時間 Cs-137：毎時 400 テラ Bq × 出力比 × 6 時間	放出率 (時間当たり放出量)：福島第一事故で最も多かったと推定される 3/15 の 13 時から 17 時の放出率を採用 (注1)。 放出継続時間：過小評価とならないよう前後の時間帯を加えて 6 時間とした (注2)。 ※発電所の規模 (出力) の差を反映させた計算を行う方が、より実態に近く、妥当との観点から、国のシミュレーションに準じ、福島第一と各発電所の出力比を乗じる計算を基本とする。
放出高さ	ステップ1と同じ	ステップ1と同じ
計算対象期間	平成 21 (2009) 年の中で本県に特に影響がある期間 (7 日間)	
出力結果 【備考 2】	次の区分で被ばく線量を示す図面を作成 ①甲状腺等価線量 (内部被ばく) 対象年齢：1 歳児 対象期間：7 日間 ②実効線量 (内部被ばく及び外部被ばく) 対象年齢：成人 対象期間：7 日間	1 日のうち、屋外に 8 時間 (9～17 時)、屋内に 16 時間 [低減効果 0.4] 滞在すると仮定。 ※国のシミュレーションでは屋外に 24 時間滞在と仮定しているが、より実態に近い仮定とした。なお、滋賀県、岐阜県も同じ仮定でシミュレーションしている。

【備考1】 国のシミュレーションでは福島第一事故における大気への放射性物質の推定総放出量（ヨウ素換算）77万テラベクレル（ヨウ素131：19万テラベクレル、セシウム137：1.5万テラベクレル）が10時間で放出されたと仮定した上で、上位3%の数値を異常値として捨象する処理をしている。

本シミュレーションでは、こうした異常値を捨象する処理を行わないため、福島第一事故の実態に即し、時間当たり放出量が最も多かった時間帯の放出率・放出継続時間を用いることとした。

なお、滋賀県（H24.2）、岐阜県（H24.9）も同じ条件設定で拡散シミュレーションを行っている。

【備考2】 国のシミュレーションではIAEAにおいて避難が必要とされている線量基準に準拠し、外部・内部の被ばく経路の合計で実効線量が7日間で100mSvに達する距離を計算している。

本推計では、プルーム通過時の被ばくを避けるための防護措置の検討に資する資料を得る観点から、実効線量に加え、甲状腺等価線量も計算する。

注1：出典は、H23.8.22第63回原子力安全委員会資料第5号（独）日本原子力研究開発機構「福島第一原子力発電所事故に伴う¹³¹Iと¹³⁷Csの大気放出量に関する試算（Ⅱ）－3月12日から15日までの放出率の再推定－」

注2：出典は、岐阜県「放射性物質拡散想定図作成業務報告書」（H24.9）

参考2 県内の環境放射線モニタリング設備（固定型モニタリングポスト）の配備状況

【既設】

① 県健康生活科学研究所（神戸市兵庫区荒田町）

【H23増設】

② 県尼崎総合庁舎（尼崎市東難波町）

③ 県姫路総合庁舎（姫路市北条）

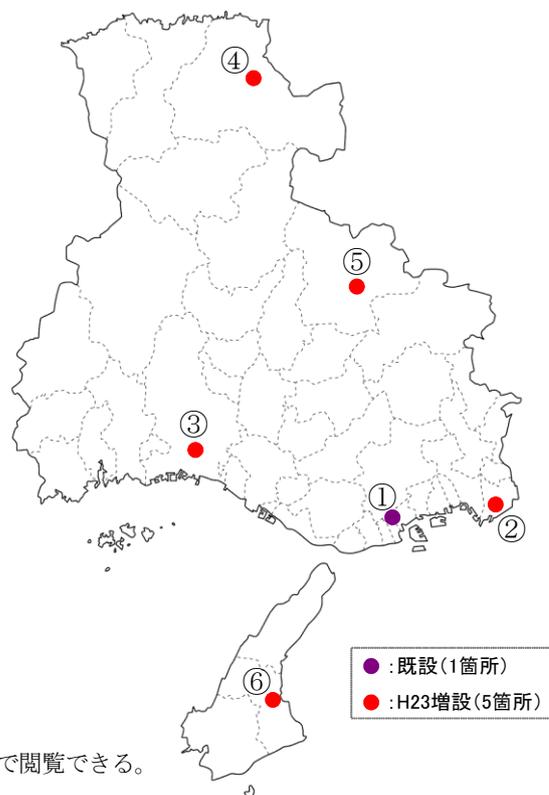
④ 県豊岡総合庁舎（豊岡市幸町）

⑤ 県柏原総合庁舎（丹波市柏原町柏原）

⑥ 県洲本総合庁舎（洲本市塩屋）



H23 増設した固定型モニタリングポスト



※各ポストの常時観測の結果は、原子力規制委員会ホームページで閲覧できる。

参考3 シミュレーション方法の比較

実施機関		兵庫県	滋賀県	京都府 (SPEEDI)	原子力規制委員会 (MACCS2)
計算機関		(財) ひょうご環境創造協会 兵庫県環境研究センター	滋賀県琵琶湖環境科学研究センター	原子力規制庁	(独) 原子力安全基盤機構
予測範囲	水平方向 (メッシュ幅)	496km×496km (4km)	約200km×200km (3km)	狭域：23km×23km (250m) 広域：92km×92km (1km)	1次元計算で最大1,000km
	鉛直方向	地表～100hPa (約16,500m、16層)	地表～100hPa (約16,500m、24層)	・4,000m、30層 ・2,000m、20層	—
計算条件	公表日	—	平成23年11月25日	平成24年3月23日 ※広域の計算結果を公表	平成24年10月24日 (平成25年12月13日総点検版公表)
	想定	福島第一原発事故並み	福島第一原発事故並み	福島第一原発事故並み	福島第一原発事故並み ※同程度のシビアアクシデントをベースとしてより厳しい条件を想定
	対象発電所	美浜、敦賀、大飯、高浜	美浜、敦賀、大飯、高浜	高浜	国内17発電所
	放出量	時間あたり放出量×発電所毎の福島第一との出力比(例：高浜→1.67倍)×放出継続時間 I-131： 毎時4,000テラBq×出力比×6時間 Cs-134： 毎時400テラBq×出力比×6時間 Cs-137： 毎時400テラBq×出力比×6時間	時間あたり放出量×放出継続時間 I-131：毎時4,000テラBq×6時間 Xe-133：非公表	時間あたり放出量×放出継続時間 I-131：毎時5,000テラBq×10時間 Cs-137：毎時270テラBq×10時間	多様な核種の放出 (I-131、Cs-137ほか57核種) ①時間あたり放出量×放出継続時間 7.7万テラBq×10時間 ②時間あたり放出量×発電所毎の福島第一との出力比(例：高浜→1.67倍)×放出継続時間 7.7万テラBq×出力比×10時間
	放出高さ	高浜、大飯：約30～70m (第2層) 美浜：約70～150m (第3層) 敦賀：0～約30m (第1層)	約44～73m (第3層)	81m	0m (地上放出)
	1日の屋外・屋内滞在時間	屋外8時間 屋内16時間 (低減効果0.4)	屋外8時間 屋内16時間 (低減効果0.25)	屋外24時間	屋外24時間
	出力結果	①甲状腺等価線量 (I-131による内部被ばく) 対象年齢：1歳児 対象期間：7日間 ②実効線量 (I-131、Cs-134及びCs-137による内部・外部被ばく) 対象年齢：成人 対象期間：7日間	①甲状腺等価線量 (I-131による内部被ばく) 対象年齢：1歳児 対象期間：1日間 ②実効線量 (I-131及びXe-133 (キセノン133)による外部被ばく) 対象年齢：成人 対象期間：1日間 ※結果図面は非公表だが、滋賀県地域防災計画に「外部被ばくによる実効線量は10mSvを大きく下回り、緊急の防護措置を講ずべき水準にはないものと予測される」と記載されている。	①甲状腺等価線量 (I-131による内部被ばく) 対象年齢：1歳児 対象期間：1日間 ②実効線量 (Cs-137による外部被ばく) 対象年齢：成人 対象期間：1日間	距離ごとの被ばく線量 ※上位3%の数値は異常値として捨象 ①実効線量 (内部・外部被ばく) 対象年齢：成人 対象期間：7日間 ②赤色骨髓線量 (急性外部被ばく) 対象年齢：成人 対象期間：10時間

参考 4 放射性物質による被ばくに関する基準

【被ばくに関する基準】

(1) IAEA（国際原子力機関）の包括的判断基準

基準			防護措置
甲状腺等価線量	最初の7日間	50mSv	安定ヨウ素剤の予防服用（放射性ヨウ素の甲状腺蓄積防止）
実効線量	最初の7日間	100mSv	屋内退避、避難、除染
実効線量	年間	100mSv	数日から1週間程度の間避難、除染

(2) 原子力災害対策本部（政府）が「計画的避難区域」の設定に際して目安とした基準

実効線量	年間	20mSv	概ね1月の間に避難
------	----	-------	-----------

(3) ICRP（国際放射線防護委員会）の勧告

実効線量	年間	1mSv	一般人が平常時にあびてよい放射線量
------	----	------	-------------------

(4) 防護措置の実施の判断基準（原子力災害対策指針）

空間線量率	1時間	500 μSv	即時の避難を要する基準（OIL1）
空間線量率	1時間	20 μSv	一時移転を要する基準（OIL2）

等価線量：放射線によって生態が受ける生物学的影響を表す量（Sv）・・・組織・臓器ごとに算定

等価線量＝吸収線量 × 放射線加重係数（γ線、X線、α線が1、β線が20、中性子線が5～20）

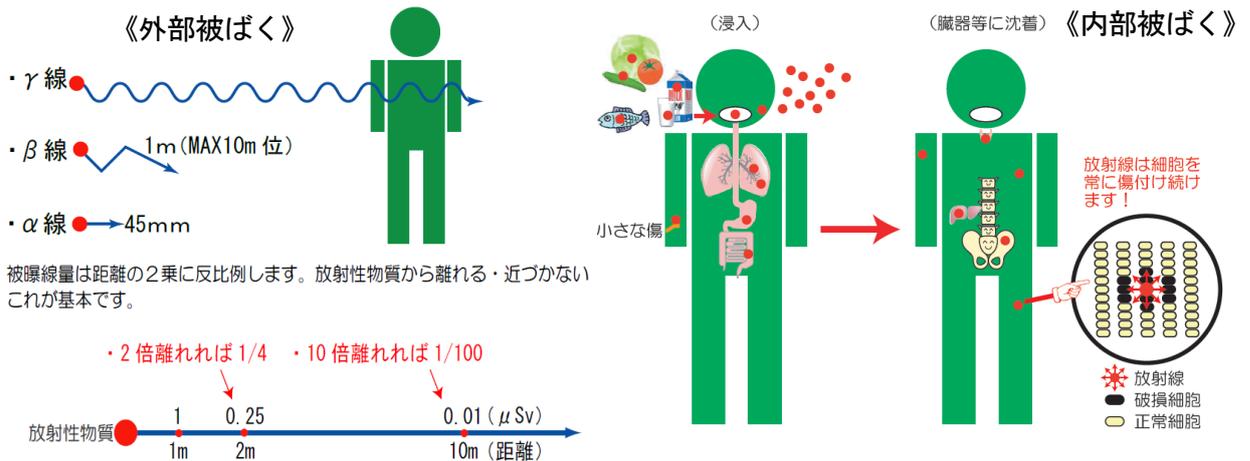
吸収線量：放射線をあびた物体（人体や臓器）が1kgあたりに吸収したエネルギーの総量（Gy）

※甲状腺等価線量・・・空気中のI-131濃度（Bq/m³）×I-131の換算係数（Sv/Bq）×呼吸率（年齢で変化）

実効線量：各組織・臓器ごとの発がんなどの影響度合いをかけて全身足し合わせた量（Sv）

実効線量＝Σ（等価線量 × 組織加重係数（骨髄、肺、胃、乳房：0.12、生殖腺：0.08、甲状腺、膀胱等：0.04））

組織加重係数：人体の組織を15の部位に分け影響度合いに応じて設定した係数（合計は1）



空間（放射）線量率：環境中の放射線の強度をある空間の一点（通常地上1m）での放射線の量で表した1時間当たりの量（μSv/h） 主にγ線の放射線量 ※1Sv＝1J（ジュール）/kg

