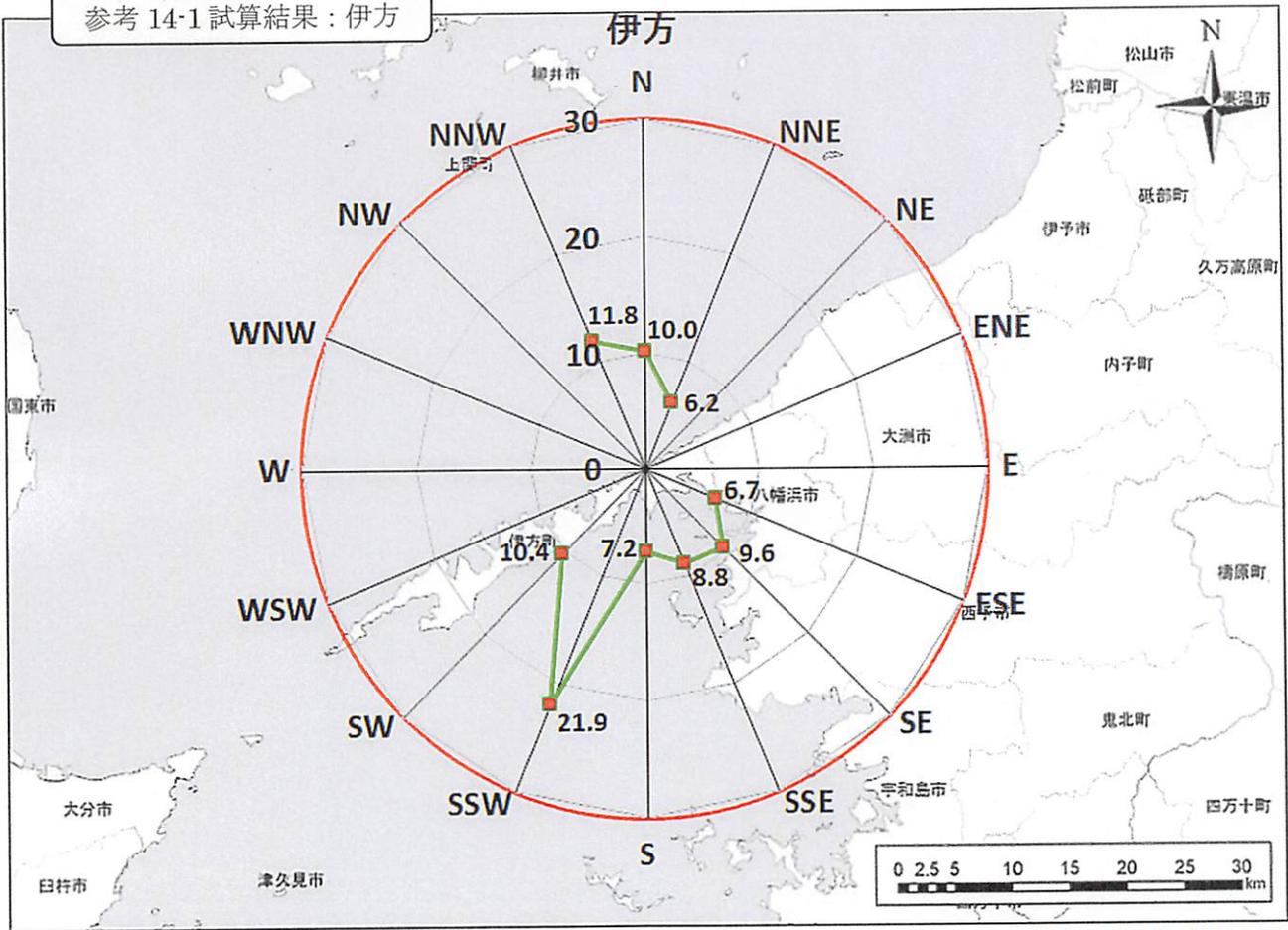


拡散シミュレーションの試算結果
(総点検版)

平成24年12月

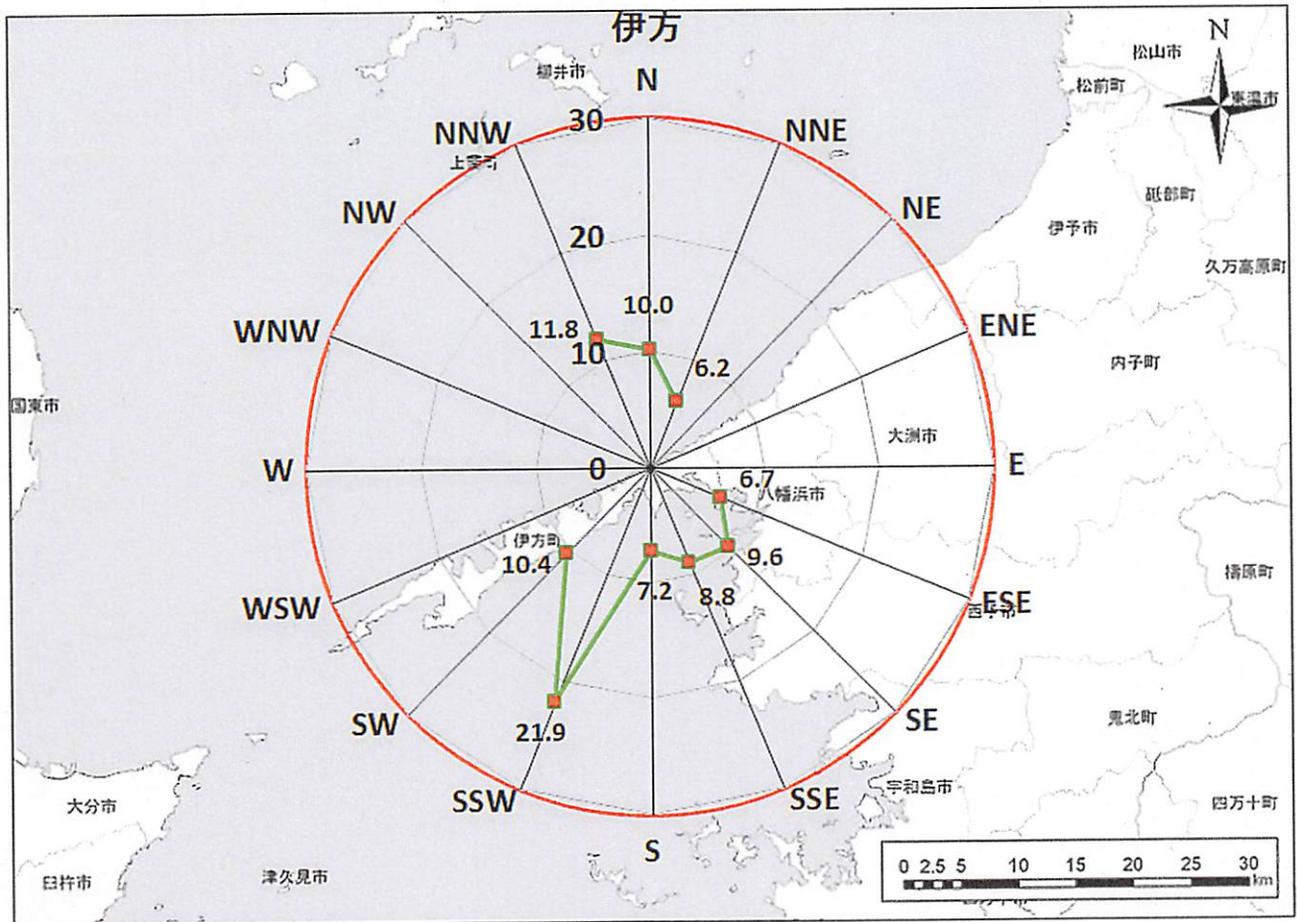
原子力規制庁

参考 14-1 試算結果：伊方



承認番号 平18総便 第294-362号

福島第一原子力発電所（1～3号機）の放射性物質量と同じと仮定した計算



承認番号 平18総便 第294-362号

サイト出力に対応した放射性物質量を仮定した計算

参考14-2 方位別のめやす線量を超える距離(伊方)

単位: km

	赤色骨髄線量 (福島第一原子力発電所(1~3号機)の放射性物質質量と同じと仮定) 97%値	赤色骨髄線量 (サイト出力に対応した放射性物質質量と仮定) 97%値	実効線量 (福島第一原子力発電所(1~3号機)の放射性物質質量と同じと仮定) 97%値	実効線量 (サイト出力に対応した放射性物質質量と仮定) 97%値
N	<0.2	<0.2	10.0	10.0
NNE	<0.2	<0.2	6.2	6.2
NE	*	*	*	*
ENE	*	*	*	*
E	*	*	*	*
ESE	<0.2	<0.2	6.7	6.7
SE	<0.2	<0.2	9.6	9.6
SSE	<0.2	<0.2	8.8	8.8
S	<0.2	<0.2	7.2	7.2
SSW	0.7	0.7	21.9	21.9
SW	<0.2	<0.2	10.4	10.4
WSW	*	*	*	*
W	*	*	*	*
WNW	*	*	*	*
NW	*	*	*	*
NNW	0.4	0.4	11.8	11.8

■ : 陸側最大方位

■ : 海側方位

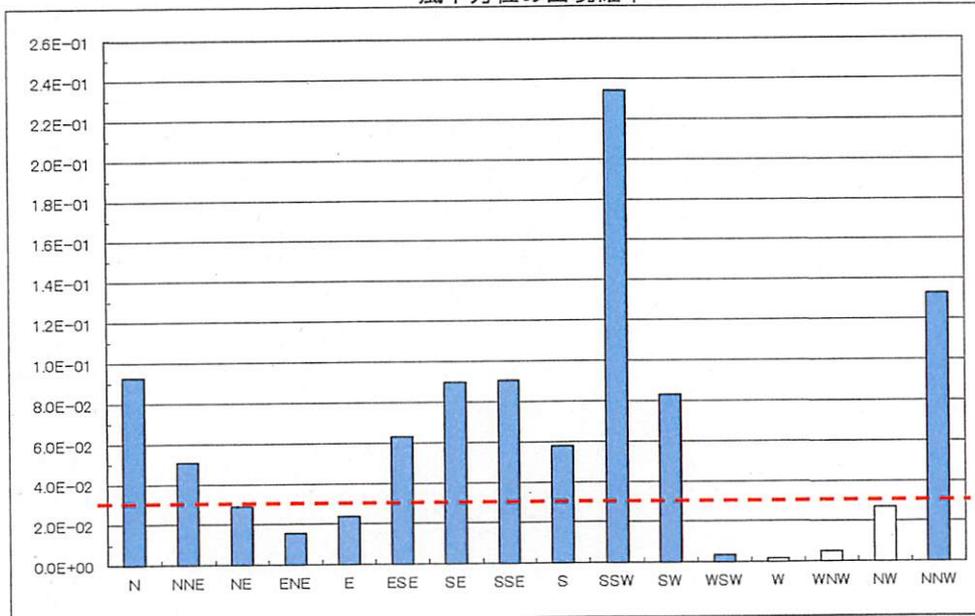
※印は、当該方位に着目した場合、97%値が出現しない場合を示す。

16方位のうち最大値となる(海側除く)

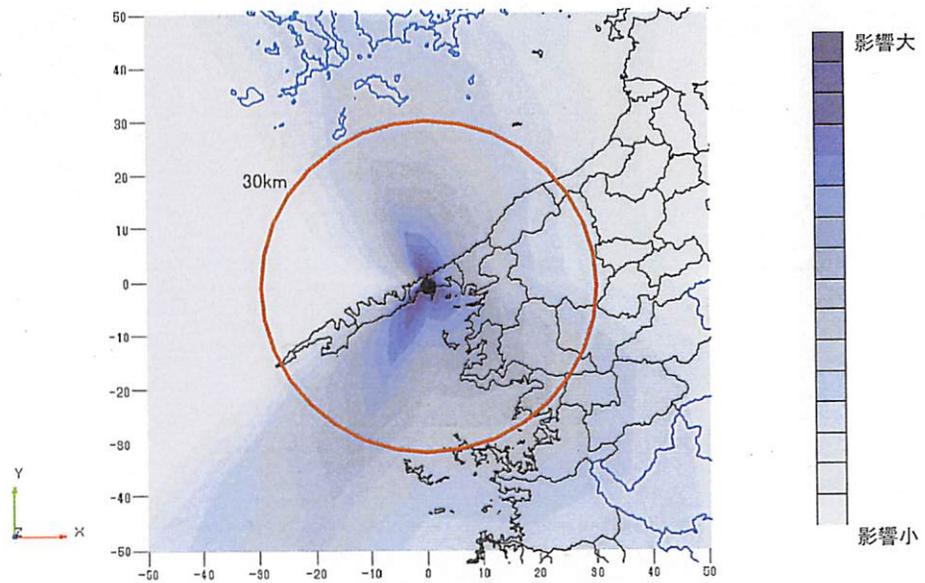
赤色骨髄線量の期待値: 0.2km、すそ値: 1.6km

実効線量の期待値: 5.6km、すそ値: 39.8km

風下方位の出現確率

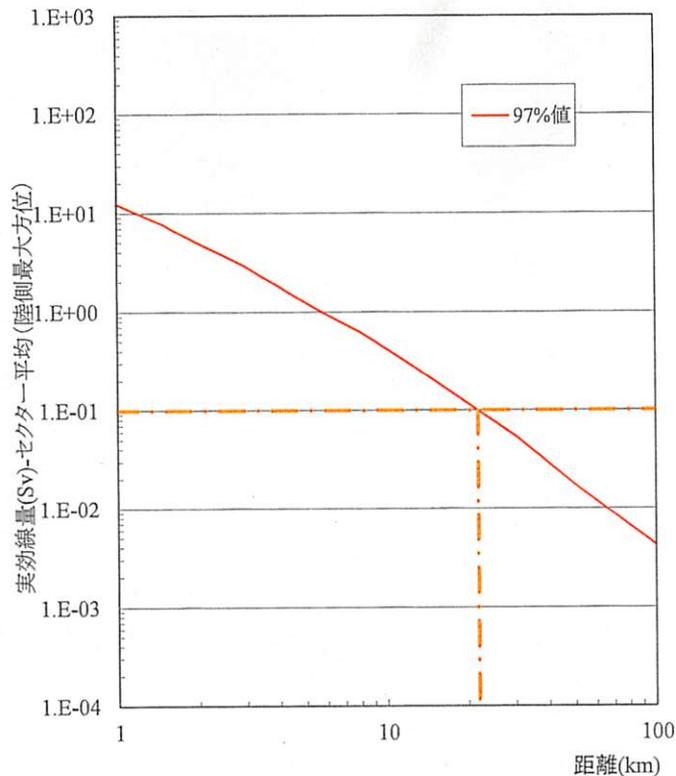


■ : 陸側方位



『国土数値情報(行政区域境界データ)国土交通省』を使用して作成

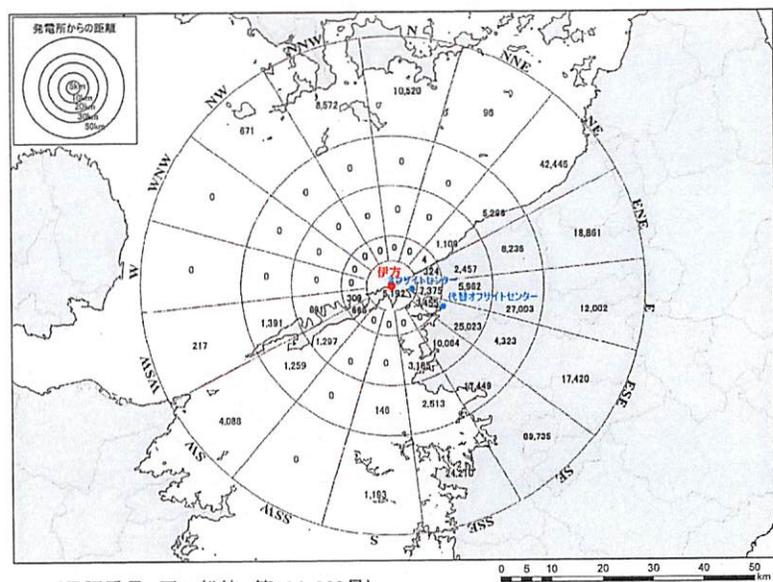
実効線量の期待値によるコンタ図及び30km同心円



注; 陸側最大方位はSSW

めやす線量を超える距離範囲

	陸側最大方位
97%値	21.9 km



(承認番号 平18総使 第294-362号)

参考14-3 サイト出力に対応した放射性物質量を仮定した計算(伊方)

サイト別のめやす線量を超える距離

単位: km

対象	めやす線量	陸側最大方位 (赤色骨髄/実効線量)	97%値(陸側方位別)		陸側最大方位 (赤色骨髄/実効線量)	97%値(陸側方位別)	
			赤色骨髄 ^(注1) 1Sv ^(注3)	実効線量 ^(注2) 100mSv		赤色骨髄	実効線量
	出力比 ^(注4)	①福島第一原子力発電所(1~3号機) の放射性物質質量と同じと仮定			②サイト出力に対応した放射性物質質量と仮定		
泊	1.02	SE/SE	0.2	14.9	SE/SE	0.2	15.2
東通	0.54	NW/NW	0.7	17.8	NW/NW	0.3	13.6
女川	1.07	E/E	0.6	17.7	E/E	0.6	18.2
福島第二	2.17	N/S	0.8	22.3	N/S	1.5	32.6
東海第二	0.54	SW/SW	0.5	18.5	SW/SW	0.2	13.1
柏崎刈羽	4.05	E/E	0.9	21.6	E/E	2.4	40.1
浜岡	1.78	E/E	1.1	23.8	E/E	1.7	30.9
志賀	0.94	SE/SE	0.4	19.0	SE/SE	0.4	18.3
敦賀	0.75	SSE/SSE	1.2	22.5	SSE/SSE	0.9	20.0
美浜	0.82	SSW/SE	0.8	20.3	SSW/SE	0.6	18.6
大飯	2.32	S/S	0.6	20.3	S/S	1.3	32.5
高浜	1.67	SSE/SSE	1.0	23.5	SSE/SSE	1.6	29.6
島根	1.31	SSE/SE	0.8	21.4	SSE/SE	1.0	24.3
伊方	1	SSW/SSW	0.7	21.9	SSW/SSW	0.7	21.9
玄海	1.71	SW/SW	0.7	22.5	SW/SW	1.1	29.1
川内	0.88	S/S	0.6	22.5	S/S	0.5	21.1
福島第一 ^(注5)		NNW/NNW	0.5	18.7	-	-	-

注1; 10時間の外部被ばくによる陸側最大方位のセクター平均線量に基づく

注2; 7日間被ばくによる陸側最大方位のセクター平均線量に基づく

注3; 外部被ばくによる赤色骨髄線量1Gy=1Svと仮定

注4; サイト総出力/1F1,2,3合算出力の比

注5; 福島第一は、①1F1-3と同じ出力を適用した場合のみを解析

参考資料

地域防災計画改訂支援のための拡散シミュレーション解析の基本的な考え方について

地域防災計画改訂支援のための拡散シミュレーションには、東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故(以下、「福島第一事故」という。)と同等の事故が発生したと仮定し、国内 16 サイトを対象に次の 2 パターンの解析を実施した。

- ① 各発電所の事故により放出される放射性物質の量としては、福島第一事故により放出された量を仮定する(以下、「1F1-3 と同じ出力を適用」という。)
- ② 各発電所の事故により放出される放射性物質の量としては、保守的に全基破損を仮定し、福島第一事故で放出された量に、各発電所の合計出力と福島第一 1~3 号機の合計出力の比を乗じて、発電所規模の補正を行う(以下、「サイト総出力を適用」という。)

なお、原子力規制庁の指示により、放出量、放出開始時間、放出継続時間等のソースタームについて、後述の通り保守的な解析条件を用いた。

1. ソースタームの選定及び大気拡散の解析条件

拡散シミュレーション解析を行うに当たり、原子力規制庁の指示により、専門家からのコメントを受けて、次の通り解析に反映した(参考資料参照)。

- ① サイトの特性を活かした評価を行うため、放出量は発電所規模の補正を行ったものとし、海側方位は外して、陸側方位のみを解析対象とした。
- ② 緊急時防護措置を準備する区域(UPZ)の距離を見るには、中心線線量は保守的すぎるため、方位内のゆらぎを考慮した、セクター平均線量とした。
- ③ 年間 1 時間ごとの 8760 の実気象データを全て使って方位別に線量を求め、小さい方から累積した場合の 97%累積出現確率に当たる距離を算出するという、可能な限り「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に沿った方法で評価した。

また、原子力規制庁の指示により、初期インベントリに対する放出割合については、IAEA に対する日本国政府の報告書*で公表した、JNES 実施の福島第一 1~3 号機の MELCOR 解析結果に基づいた。図 1 に、福島第一 1~3 号機の放出率の時間変化を示す。

*参考文献: 原子力災害対策本部, “原子力安全に関する IAEA 閣僚会議に対する日本国政府の報告書—東京電力福島原子力発電所の事故について—”, 平成 23 年 6 月

初期インベントリ(Bq) (3/11時点) (59核種分)

	Xe	Cs	Ba	Te	Ru	Ce	La	I
1F1	8.37E+18	5.29E+17	1.47E+19	4.77E+18	1.41E+19	5.07E+19	2.66E+19	1.70E+19
1F2	1.22E+19	6.15E+17	2.11E+19	6.66E+18	1.90E+19	6.91E+19	3.69E+19	2.43E+19
1F3	1.18E+19	6.70E+17	2.07E+19	6.61E+18	1.92E+19	6.95E+19	3.69E+19	2.38E+19
合計	3.24E+19	1.81E+18	5.65E+19	1.80E+19	5.23E+19	1.89E+20	1.00E+20	6.51E+19

総放出割合(-)

	Xe	Cs	Ba	Te	Ru	Ce	La	I
1F1	9.53E-01	2.94E-03	4.00E-05	1.06E-02	9.01E-10	1.36E-07	1.21E-07	6.62E-03
1F2	9.62E-01	5.75E-02	2.58E-04	2.99E-02	5.38E-10	4.00E-06	8.36E-07	6.70E-02
1F3	9.90E-01	2.66E-03	4.30E-04	2.41E-03	8.58E-10	4.98E-08	1.28E-07	3.03E-03

IAEA6月報告書
IAEA6月報告書
IAEA6月報告書

放出量(Bq) (初期インベントリ×総放出割合)

	Xe	Cs	Ba	Te	Ru	Ce	La	I
1F1	7.98E+18	1.55E+15	5.88E+14	5.06E+16	1.27E+10	6.91E+12	3.21E+12	1.13E+17
1F2	1.17E+19	3.54E+16	5.45E+15	1.99E+17	1.02E+10	2.76E+14	3.09E+13	1.62E+18
1F3	1.17E+19	1.78E+15	8.89E+15	1.59E+16	1.65E+10	3.46E+12	4.73E+12	7.22E+16
合計	3.14E+19	3.87E+16	1.49E+16	2.66E+17	3.94E+10	2.87E+14	3.88E+13	1.81E+18

放出割合(-) (1F1~3放出量/1F1~3初期インベントリ)

	Xe	Cs	Ba	Te	Ru	Ce	La	I
1F1~3	9.70E-01	2.13E-02	2.64E-04	1.47E-02	7.53E-10	1.51E-06	3.87E-07	2.78E-02

その他の条件としては、

- ・ 放出開始時間及び放出継続時間は、図1を参考に設定。
- ・ 放出高さは、地表面近傍の濃度が大きくなる0m(地上放出)を仮定。
- ・ 放出エネルギーは、吹き上げによる濃度希釈が生じないように、保守的に考慮しない。
- ・ 被ばく経路は、次のとおり。

実効線量;クラウドシャインによる外部被ばく、グランドシャインによる外部被ばく、プルームの吸入による内部被ばく、再浮遊物質の吸入による内部被ばく

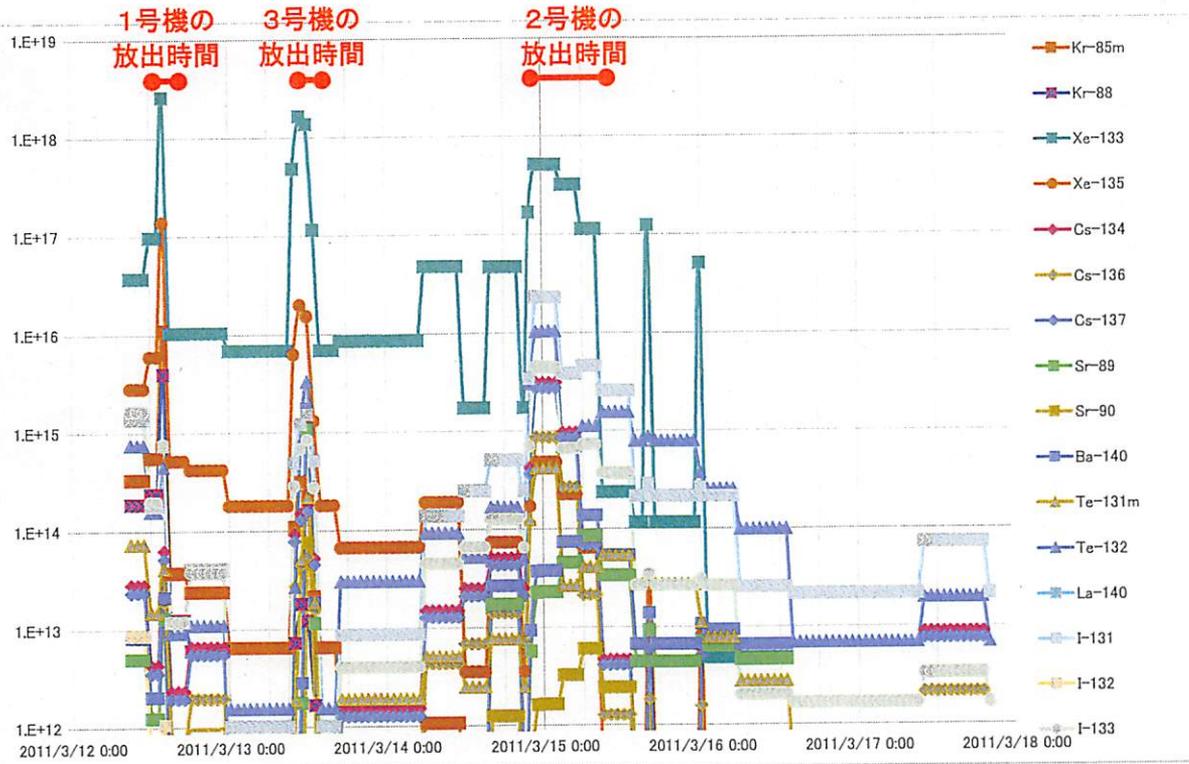
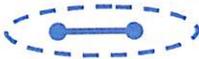
赤色骨髄線量;クラウドシャインによる外部被ばく、グランドシャインによる外部被ばく

- ・ 気象条件については、原子力規制庁の指示に基づき、各発電所で観測された年間1時間ごとの8760の実気象データ(※)をすべて用いて、陸側各方位について大気拡散・被ばく解析を行い、方位別、距離別の線量を計算する。

※ 大気安定度: 拡散の濃度分布の水平及び垂直方向への拡がりを決めるパラメータ
 風向: 拡散の方位別の出現確率を決めるパラメータ
 風速: 拡散の風下方向の濃度分布を決めるパラメータ
 降雨量: 放射性物質の地表への沈着を決めるパラメータ

8760 ケースの拡散・被ばく解析結果を風向(方位)別に集計し、方位別、距離別の線量を降順に並び換え、累積出現確率が97%となる線量と距離から、めやす線量となる距離を計算する。

放出量が最も多かった2号機の放出継続時間(10時間)と仮定



・放出量が最も多かった2号機の放出継続時間(10時間)と仮定(青字):

放出割合:

放出割合(-) (1F1~3放出量/1F1~3初期インベントリ)

	Xe	Cs	Ba	Te	Ru	Ce	La	I
1F1~3	9.70E-01	2.13E-02	2.64E-04	1.47E-02	7.53E-10	1.51E-06	3.87E-07	2.78E-02

放出エネルギー: 考慮しない

放出開始日時: 3/12 14時を基点(保守的な結果となるように、1F1の放出開始日時を仮定)

放出継続時間: 10時間(保守的な結果となるように、1F2の放出継続時間を仮定)

放射性物質の減衰: 原子炉スクラム後の減衰を考慮

図1 福島第一1~3号機の放出率の時間変化

2. 防災対策を重点的に充実すべき範囲の試算

各発電所の拡散シミュレーションを行い、周辺地域の被ばく線量の推定結果を、次の IAEA のめやす線量と照合させ、防災対策を重点的に充実すべき範囲(本資料では、予防的防護措置を準備する区域(PAZ)及び緊急時防護措置を準備する区域(UPZ)に着目)の距離情報の参考データとする。

急性外部被ばく 赤色骨髄線量(10 時間): 一般的基準 1Gy

→ PAZ の基準

実効線量(最初の 7 日間):

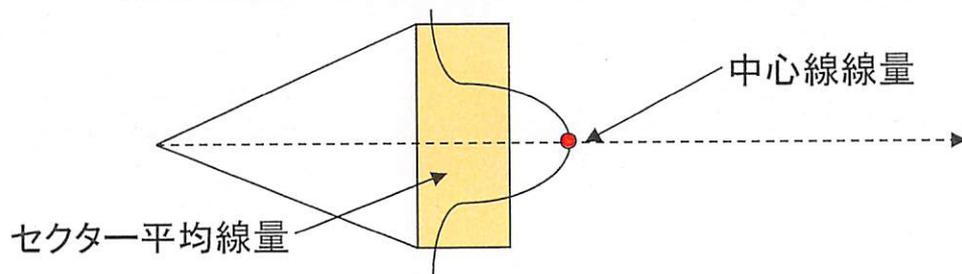
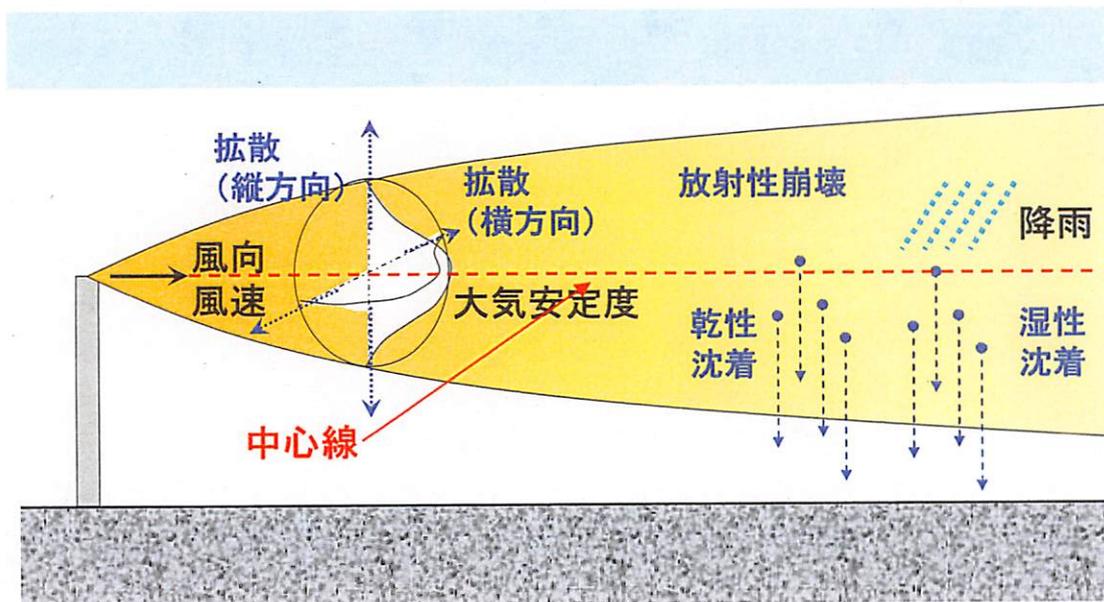
一般的基準 100mSv

→ UPZ の基準

また、参考として、サイト別に、風向(風の流れる方向)に対する起こり易さを考慮したコンター図、セクター平均線量(陸側最大方位)の距離変化、人口分布、方位別のめやす線量を超える距離、方位別の 97%超過距離を示す。

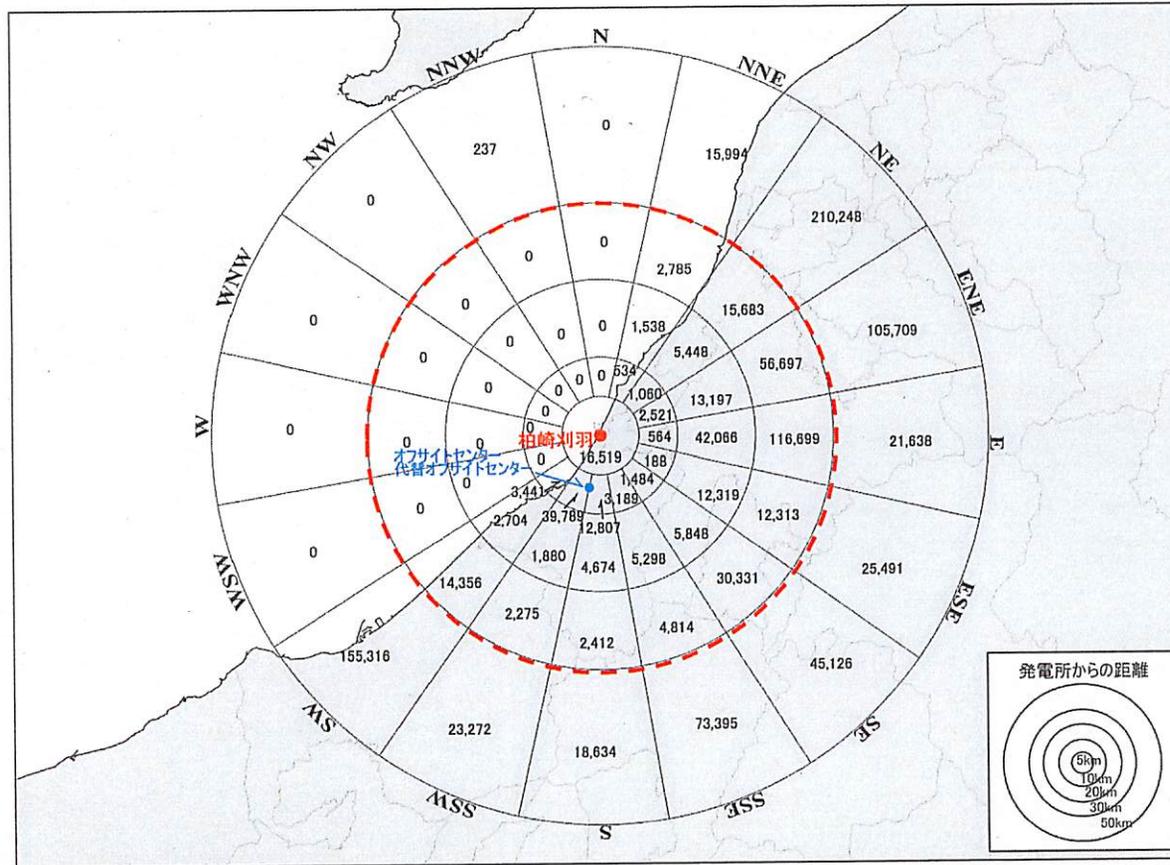
中心線上の線量とセクター平均の線量

- 放射性物質の大気拡散には、ガウスプルームモデルを用いている。ガウスプルームモデルでは、放射性雲は風下方向に直線的に流され、放射性雲の軸のまわりにガウス分布（釣鐘型関数）に拡がっていくと仮定する。
- プルームは、中心線を軸に鉛直方向、水平方向に拡がりを持つ。実際は、一方位に風が吹いていたとしても、ゆらぎを考慮することが必要なので、方位内で一様とするセクター平均の線量で評価する。



陸側のみの線量

- 陸側かどうかの判断は、30km圏内における人口分布に着目し、人口分布がある場合は陸側、それ以外は海側と判定する。
- 陸側方位は、評価された線量結果を採用し、海側と判定された方位は線量をゼロとする。



* 図中の数字は、人口を示す

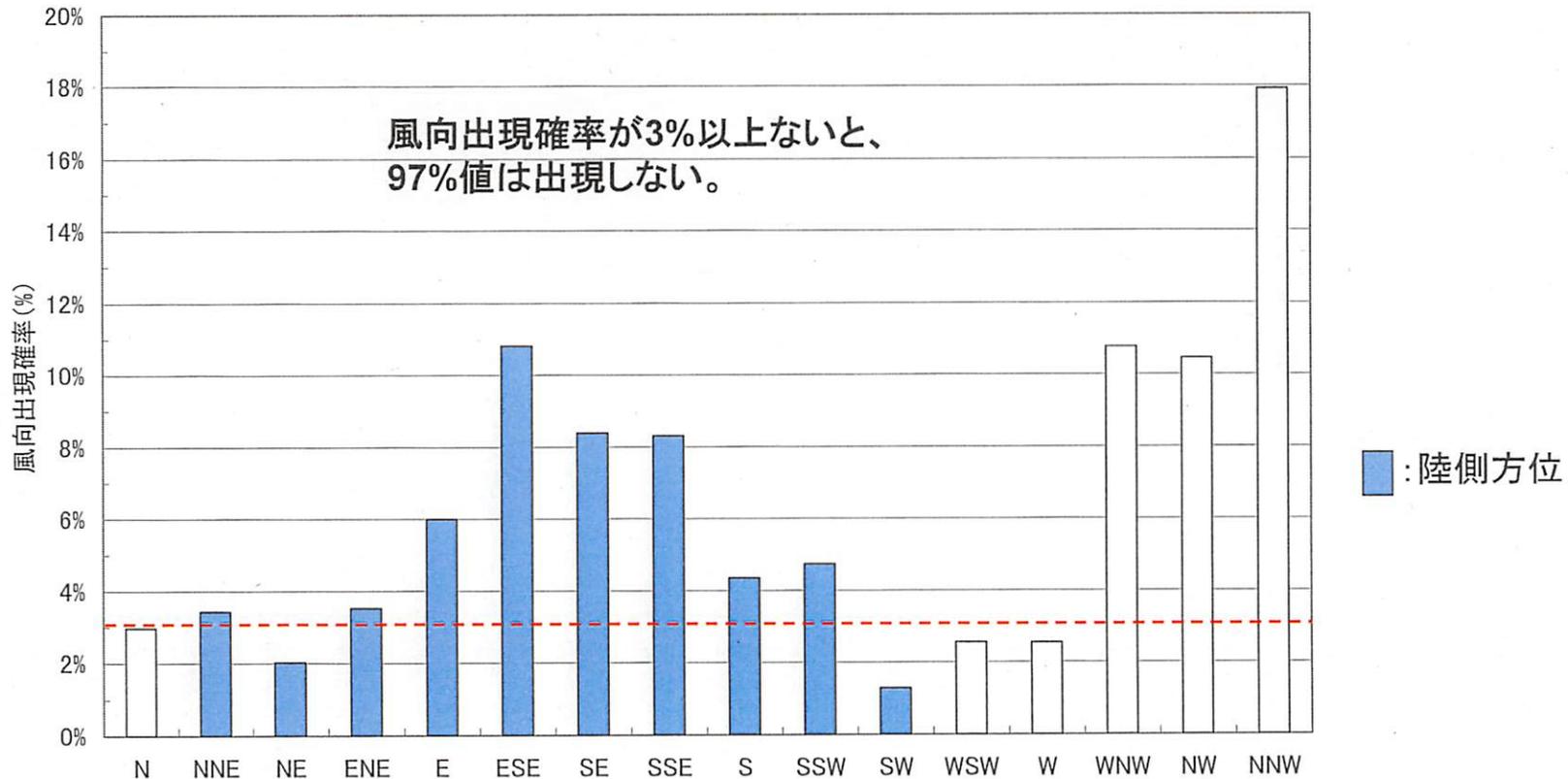
年間の気象状態の考慮の仕方

- 年間1時間ごとの8760の気象データ（大気安定度、風向、風速、降水量）をすべて用いて、8760ケースの大気拡散・被ばく解析を行い、方位別、距離別の線量を評価する。

ただし、MACCS2コードでは風向の変化に対応できないため、同一ケースでは、放射性物質の大気中への放出開始時刻の風向が大気拡散中続くと仮定する。

97%値について

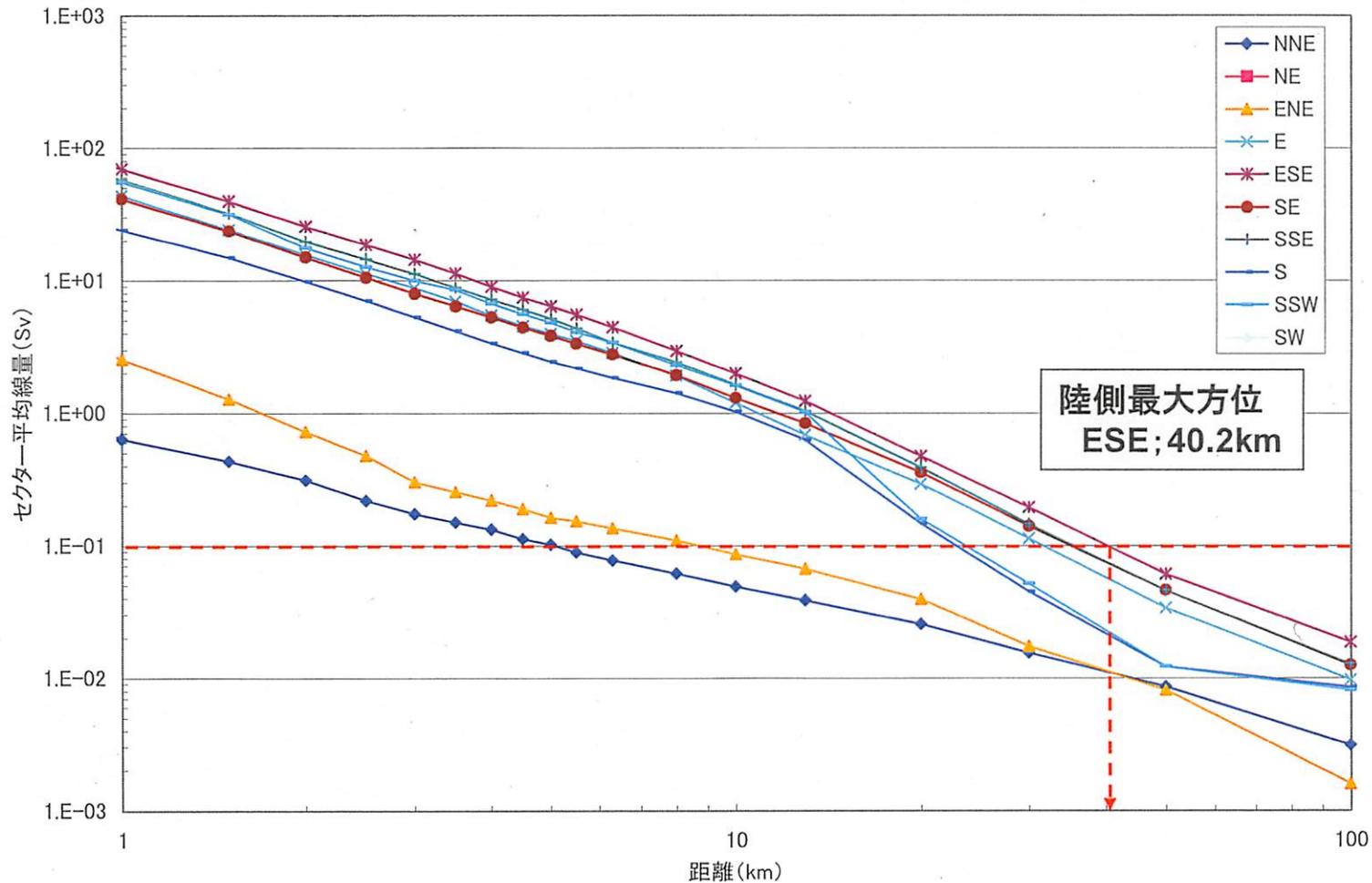
- 線量の97%値とは、8760ケースの解析によって得られた方位別、距離別の線量を降順に並び換え、累積出現確率が97%となる線量を指す。



97%値について（考え方の例）

- 前記の算出結果から、方位別に97%値の距離対線量の関係を導出し、実効線量が100mSvとなる距離が最も大きい陸側方位に着目する（下図参照）。

このため、97%値は、年間の気象を考慮すると、着目する方位の当該距離（下図の陸側最大方位の場合では40.2km）より外側に100mSv（最初の7日間）が出現する可能性が3%あるという意味である。



線量期待値及びすそ値

- 線量の期待値とは、8760ケースの解析によって得られた距離別の線量に発生確率（本解析では、 $1.14 \times 10^{-4} = 1/8760$ ）を乗じて、着目する方位ごと合算した線量の重み付け平均である。
- 線量のすそ値とは、8760ケースの解析によって得られた方位別、距離別の線量を降順に並び換え、累積出現確率が100%となる線量を指す。これらの算出結果から、方位別に100%値の距離対線量の関係を導出し、実効線量が100mSvとなる距離が最も大きい陸側方位に着目する。このため、100%値は、年間の気象を考慮すると、着目する方位の当該距離より外側に100mSv（最初の7日間）が出現する可能性がないという意味である。