

3号機ガレキ撤去作業（平成25年8月）に伴う放射性物質の  
敷地外への降下量について

平成26年12月3日

※本資料は平成26年11月26日に開催された第41回原子力規制委員会において配布された資料です。

### 3号機ガレキ撤去作業（平成 25 年 8 月）に伴う放射性物質の敷地外への降下量について

平成 26 年 11 月 26 日  
原子力規制庁

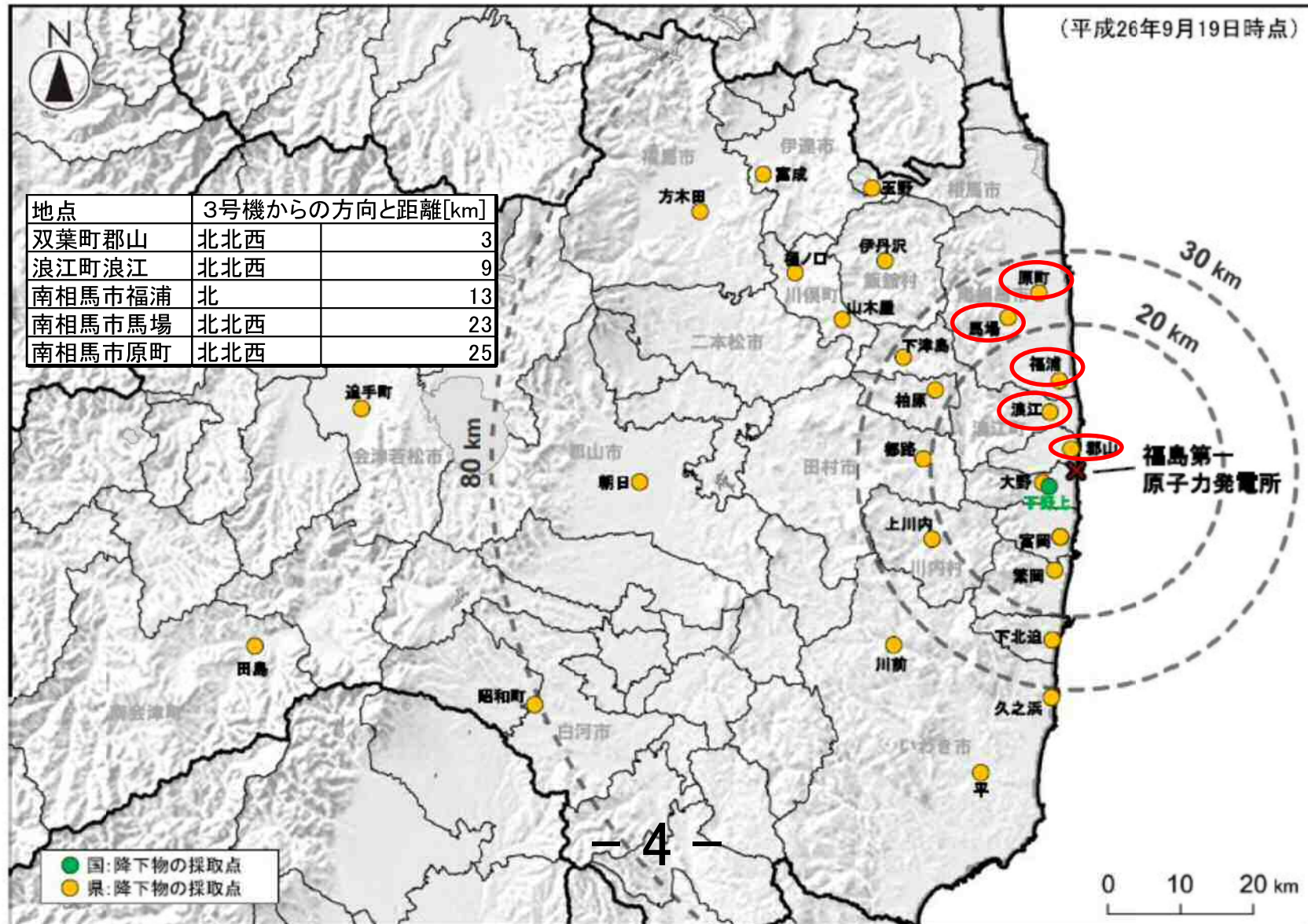
#### 1. 概要

平成 25 年 8 月 19 日の東京電力福島第一原子力発電所 3 号機におけるガレキ撤去作業に伴い、発電所敷地外へ飛散した放射性物質の降下量について検討しましたので、結果を報告します。（詳細は別紙参照。）

3号機ガレキ撤去作業（平成25年8月）  
に伴う放射性物質の敷地外への降下量  
について

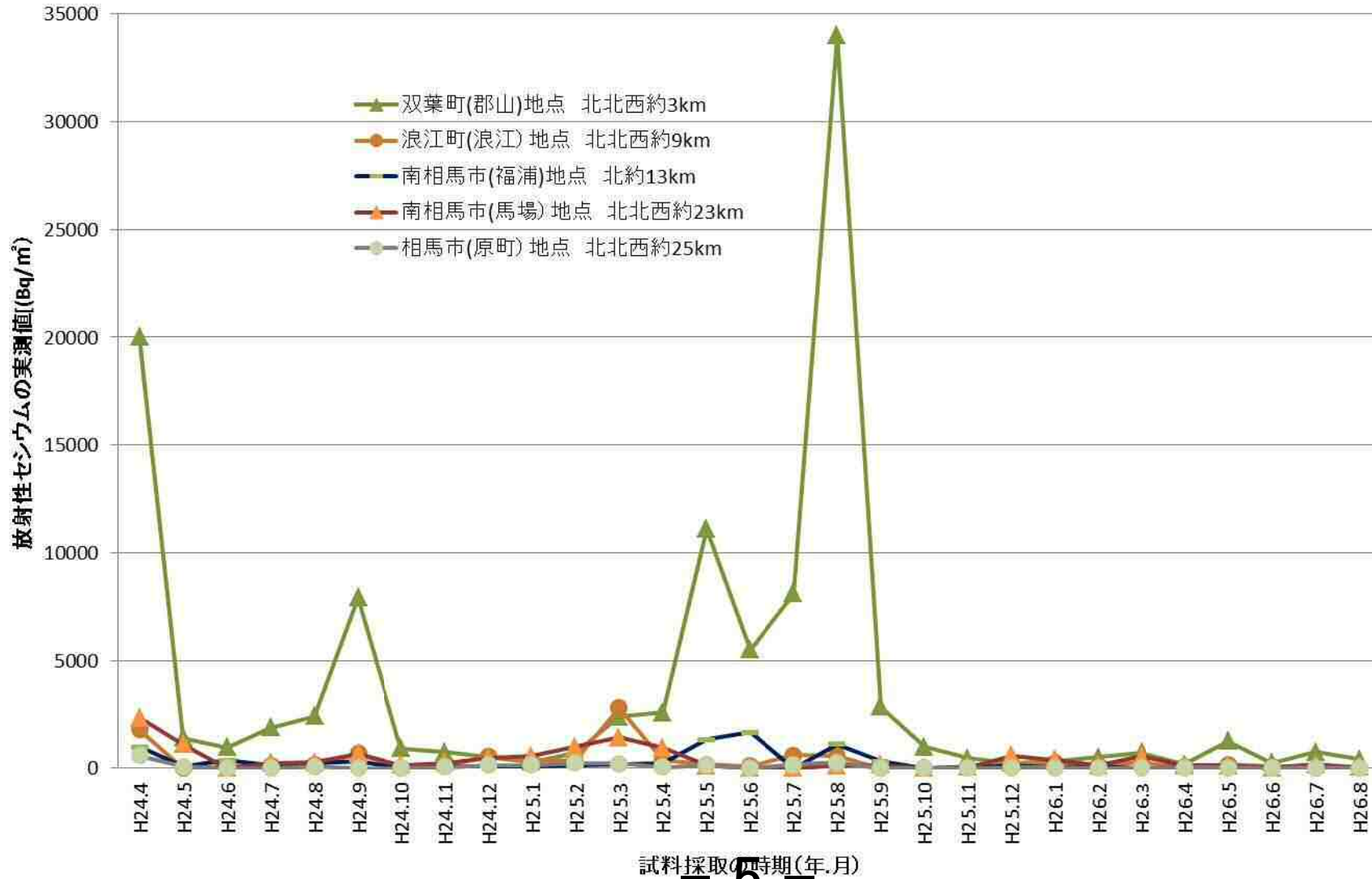
平成26年11月  
原子力規制庁

# 放射性セシウムの実測値 一月間降下物モニタリングの採取地点一



# 放射性セシウムの実測値の経過①

- 放射性セシウムの実測値が平成25年8月のみにも顕著な上昇を示した地点は、3号機から3kmにある双葉町(郡山)地点だけであった。



試料採取の時期(年.月)

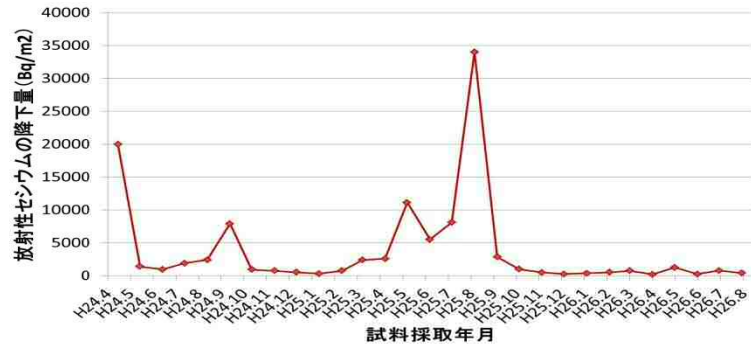
5

※降下物は1月間纏めて回収し、測定を行った。  
 ※福島県『定時降下物モニタリング結果』より作成。

# 放射性セシウムの実測値の経過②

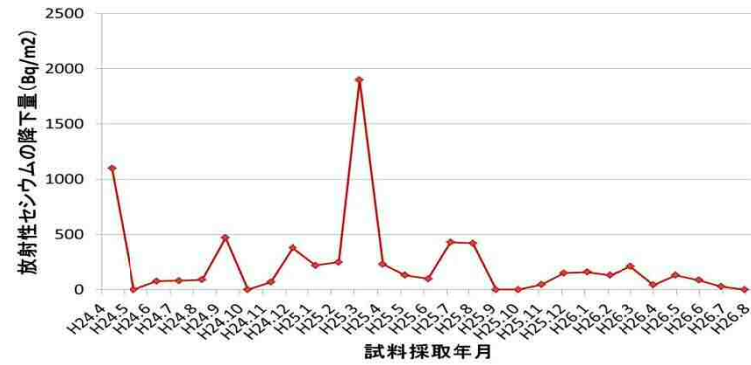
## 双葉町(郡山)地点

(福島第一原発からの方向及び距離 北北西 約3km)



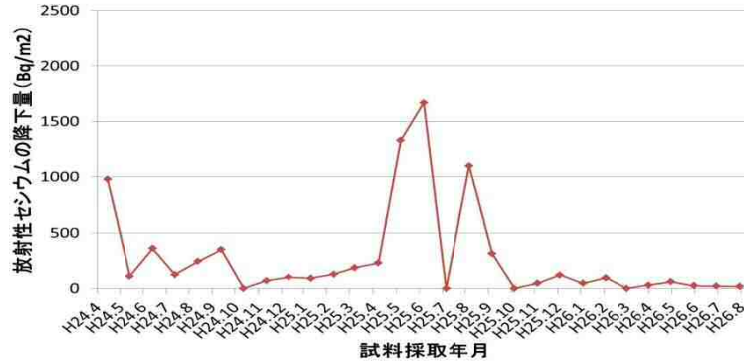
## 浪江町(浪江)地点

(福島第一原発からの方向及び距離 北北西 約9km)



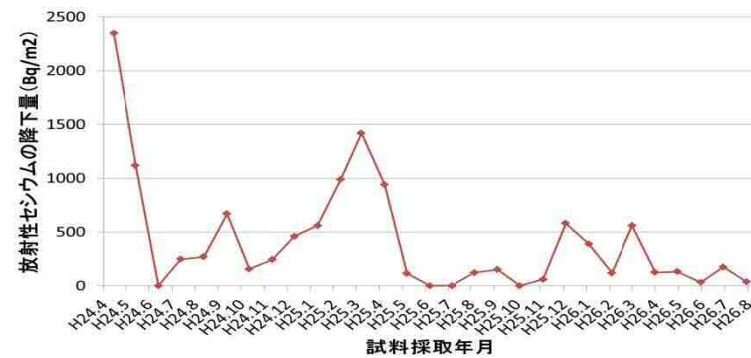
## 南相馬市(福浦)地点

(福島第一原発からの方向及び距離 北 約13km)



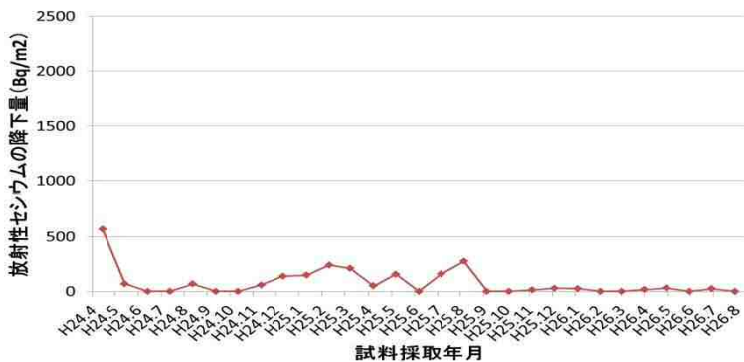
## 南相馬市(馬場)地点

(福島第一原発からの方向及び距離 北北西 約23km)



## 南相馬市(原町)地点

(福島第一原発からの方向及び距離 北北西 約25km)



—●— 放射性セシウム (Cs<sup>137</sup>+Cs<sup>134</sup>)

- 放射性セシウムの実測値が平成25年8月のみ顕著な上昇を示した地点は、3号機から3kmにある双葉町(郡山)地点だけであった。

— 6 —

※降下物は1月間纏めて回収し、測定を行った。  
 ※福島県『定時降下物モニタリング結果』より作成。

# 放射性セシウムの降下量の計算 —SPEEDIを用いた計算—

放射性セシウムの降下量の計算値について、次の点に留意する必要がある。

- ✓ SPEEDIによる放射性物質の拡散計算では、放射性物質はガスの挙動をするものとして移流・拡散を計算し、地表面の近くに到達した後、一定の速度で地表に沈着すると仮定している。
- ✓ 3号機のカレキ撤去作業に伴い飛散した粒子は、形状は不明であるが、粗大粒子モードの粒径であると想定される。
- ✓ 環境大気中に存在する粒子の粒径分布は生成過程により異なる(※1)；
  - ・粗大粒子モード： 破碎過程において生成され、5～30 $\mu\text{m}$ に粒径分布のピークをもつ
  - ・蓄積モード： 凝縮や凝固によって形成され、0.15～0.5 $\mu\text{m}$ に粒径分布のピークをもつ
  - ・核形成モード： 燃焼過程で生成され、0.015～0.04 $\mu\text{m}$ に粒径分布のピークをもつ
- ✓ 3号機カレキ撤去作業に伴い飛散した放射性セシウムの降下量の計算では、簡便に計算する手段として、SPEEDIに予め組み込まれている地表への沈着速度(0.001m/s)に相当する粒径約2.5 $\mu\text{m}$ (※2)が、飛散した粒子の粒径であると仮定して、原子力規制庁が評価した飛散量 $1.1 \times 10^{11}\text{Bq}$ を用いて計算した。
- ✓ 本来、重力沈降を考慮する必要がある粗大粒子の拡散計算に、SPEEDIをそのまま用いることには技術的限界があり、本計算結果は、より近くは過小に、より遠くは過大に評価している可能性がある。

— 7 —

※1 「微小粒子状物質健康影響評価検討会報告書」(平成20年4月環境省)

※2 「原子力発電所の確立論的安全評価に関する実施基準(レベル3PSA編)2008」(2009年3月社団法人日本原子力学会)より推定。

# 放射性セシウムの降下量 —実測値と計算値—

[単位 : Bq/m<sup>2</sup>]

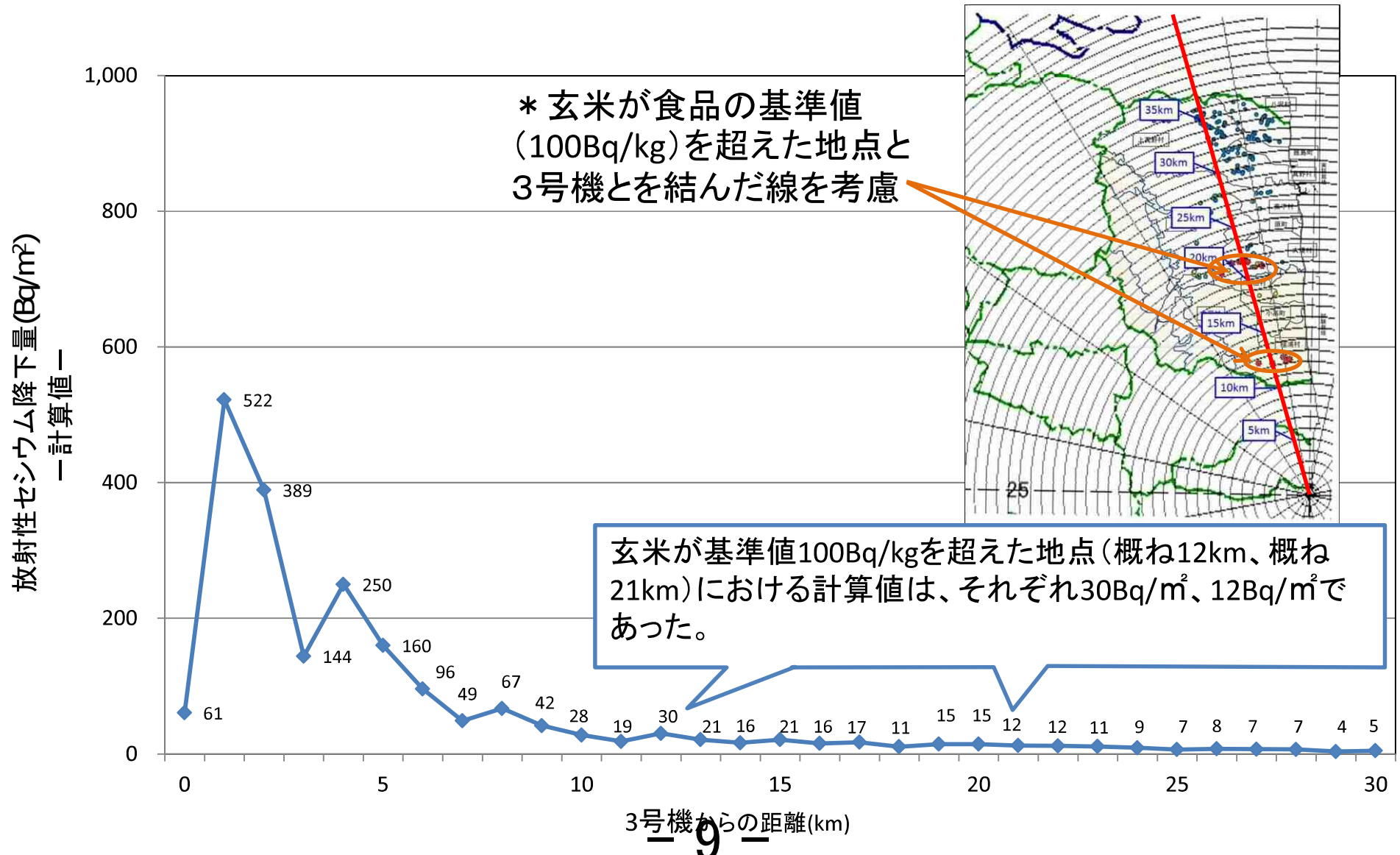
地点	3号機からの距離	実測値※	計算値	計算値/実測値
双葉町(郡山)	3km	34,000	144	0.4%
浪江町(浪江)	9km	580	92	16 %
南相馬市(福浦)	13km	1,100	12	1.1%
南相馬市(馬場)	23km	123	20	16 %
南相馬市(原町)	25km	276	4	1.4%

※ 昨年8月の放射性セシウムの降下量の実測値(福島県「定時降下物モニタリング結果」より)

平成25年8月に高い実測値を示した双葉町(郡山)、南相馬市(福浦)の計算値が実測値に占める割合は0.4~1.1%であった。



# 放射性セシウムの降下量 —3号機からの距離\*に応じた計算値—



(参考)「放射性セシウム降下量1,000Bq/m<sup>2</sup>の玄米への影響を試算すると、100Bq/kgの上昇はあり得る範囲」

(『平成25年度産米の南相馬市の基準値超過に関する調査結果(平成26年1月 農林水産省)』より)

## まとめ

1. 放射性セシウムの実測値が平成25年8月のみに顕著な上昇を示した地点は、3号機から3kmにある双葉町(郡山)地点だけであった。
2. 3号機ガレキ撤去作業に伴い飛散した粒子の粒径を約 $2.5\mu\text{m}$ と仮定して、SPEEDIを用いて、放射性セシウムの降下量を計算した。
  - 平成25年8月に高い実測値を示した双葉町(郡山)、南相馬市(福浦)について、計算値が実測値に占める割合は0.4~1.1%であった。
  - 玄米の基準値 $100\text{Bq/kg}$ を超えた地点(概ね12km、概ね21km)における計算値は、それぞれ $30\text{Bq/m}^2$ 、 $12\text{Bq/m}^2$ であった。これらの値は、平成25年度産米の南相馬市の基準値超過に関する調査結果で言及された $1,000\text{Bq/m}^2$ と比較して2桁低い値であった。

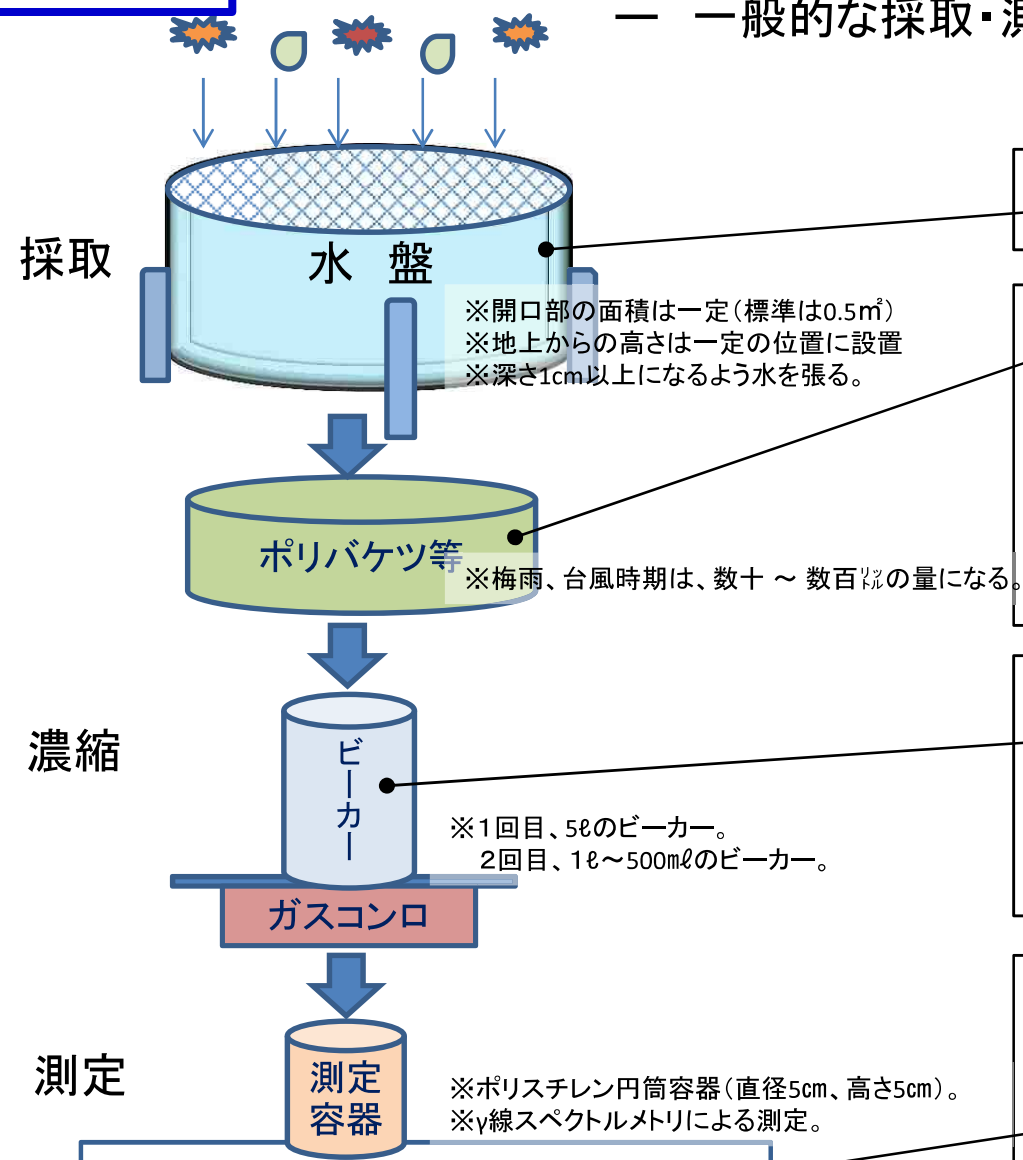
※ SPEEDIを用いた放射性物質の拡散計算では、放射性物質はガスの挙動をするものとして移流・拡散を計算し、地表面の近くに到達した後、一定の速度で地表に沈着すると仮定した。本来、重力沈降を考慮する必要がある粗大粒子の拡散計算にSPEEDIをそのまま用いることには技術的限界があり、本計算結果は、より近くは過小に、より遠くは過大に評価している可能性がある。

# 參考資料

参考1

# 降下物の放射性セシウムの測定

— 一般的な採取・測定方法 —



✓ 1カ月間の雨水、チリ等を捕集。

✓ 捕集後、水盤内をゴムヘラ等で擦り落とし、降下物全量をポリバケツ等に移す(水盤は次の期間の雨水、チリ等を捕集のために設置)。

✓ 全量をポリバケツ等に移した後、測定室へ搬送。

✓ 降下物全量をビーカーに移し、硝酸等を数ml加えて蒸発濃縮。

✓ 蒸発濃縮を2回ほど繰り返して、試料を20～30mlまで濃縮。

✓ ビーカー内の残渣全量を測定用容器に移し、乾燥器で乾燥。

✓ γ線スペクトルメトリにより<sup>134</sup>Cs及び<sup>137</sup>Csを測定。

✓ <sup>134</sup>Cs及び<sup>137</sup>Csの測定値を水盤の開口部の面積で除す(Bq/m<sup>2</sup>)。

ポリスチレン円筒容器にて<sup>134</sup>Cs及び<sup>137</sup>Csを測定

## 参考2

# SPEEDIによる計算条件

①計算範囲 約100km四方

②気象計算※<sup>1</sup> 2013/08/19 06:00 ~ 2013/08/19 18:00 (12時間計算)

③濃度・線量計算 2013/08/19 09:00 ~ 2013/08/19 18:00 (9時間計算)

④放出高さ 40m (オペレーションフロアの高さ：原子炉建屋5階) ※<sup>2</sup>

⑤飛散量※<sup>3</sup>

	飛散量[Bq]
9時20分～10時40分	7.3E+10
13時30分～14時00分	3.9E+10
総量	1.1E+11

<sup>34</sup>Csと<sup>137</sup>Csの比率は0.31:0.69とした。

※<sup>1</sup> 入力気象データ：気象庁メソ数値予報モデルGPV (MSM)、AMeDAS、現地観測データ

※<sup>2</sup> 『3号機ガレキ撤去作業に伴う放射性物質の飛散量の評価について (平成26年10月31日 原子力規制庁)』  
及び『福島第一原子力発電所 原子炉設置変更許可申請書』に基づき設定

※<sup>3</sup> 『3号機ガレキ撤去作業に伴う放射性物質の飛散量の評価について (平成26年10月31日 原子力規制庁)』  
に基づき設定

# 3号機ガレキ撤去作業に伴う 放射性物質の飛散量 の評価について

平成26年10月31日  
原子力規制庁

# 1. 事象の概要

- 昨年(2013年)8月19日、3号機オペフロ(原子炉建屋5階)上のガレキ撤去作業時に、
  - ・免震重要棟のダストモニタで高警報発報(9:29)、高高警報発報(10:04)。
  - ・東京電力は、構内全域での全面マスク着用を判断(10:12)。
  - ・免震重要棟におけるダストサンプリング(9:50-10:10)により、高濃度セシウムを確認。
  - ・敷地境界のモニタリングポスト(MP2)においても有意な変動を観測。



図 関係施設の位置

## 2. 原子力規制庁による飛散量の評価

○東京電力の計測データ(ダストサンプリング、連続ダストモニタ、モニタリングポスト)について確認し、以下のとおり飛散量を評価(計算プロセスについては、参考参照)。

①モニタリングポストの計測結果などから、昨年8月19日にあった3号機からの放射性物質の飛散は2回。

②1回目は、9時から10時頃で、免震重要棟のダストサンプリングや連続ダストモニタでも計測されており、その濃度は $8.4 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$ 。これを用いた大気拡散計算等による原子炉建屋からの放射性セシウムの飛散量の評価値は、 $7.3 \times 10^{10} \text{Bq}$ 。

③2回目は、その時間、連続ダストモニタのデータが欠測しており、敷地境界のモニタリングポスト(MP2)のみで飛散を捕捉。MP2で計測された空間線量率の相対比から求めた2回目の飛散量の評価値は、 $3.9 \times 10^{10} \text{Bq}$ 。

○2回の飛散量(評価値)の合計値は $1.1 \times 10^{11} \text{Bq}$ となり、東京電力から8月に報告のあった値( $1.3 \sim 2.6 \times 10^{11} \text{Bq}$ )と同程度。

表 原子力規制庁による飛散量の評価結果

	時刻	飛散率(Bq/h)	飛散量(Bq)
1回目	9:20～10:40	$4.4 \times 10^{10}$	$7.3 \times 10^{10}$
2回目	13:30～14:00	$7.9 \times 10^{10}$	$3.9 \times 10^{10}$
	総量	$6.7 \times 10^{10}$	<b><math>1.1 \times 10^{11} \text{※}</math></b>

※東京電力から報告のあった(8/19)評価結果は、 $1.3 \times 10^{11} \sim 2.6 \times 10^{11} \text{Bq}$ 。



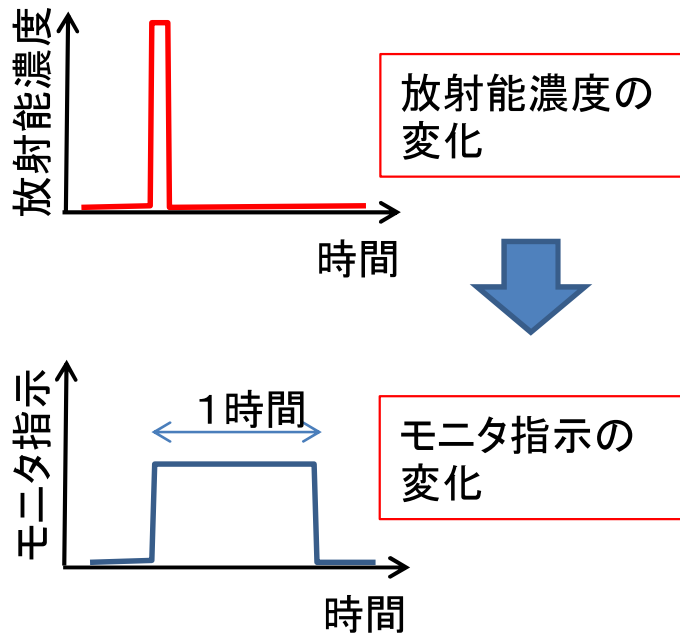
# 参 考

- 17 -

## 免震重要棟における空气中放射能濃度

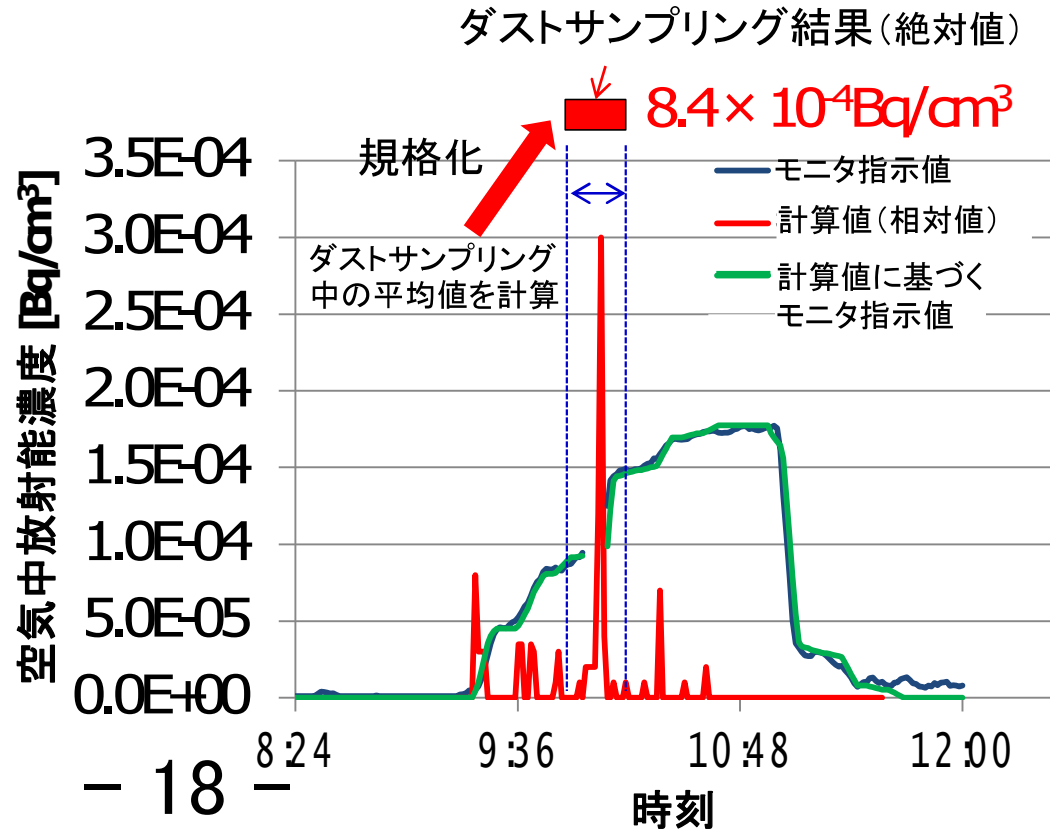
連続ダストモニタの特性を考慮して、免震重要棟前における空气中放射能濃度の変化（相対値）を計算し、その時刻におけるダストサンプリングの実測値を用いて免震重要棟前における濃度を評価。

### ○連続ダストモニタの特性



放射能濃度上昇が極短時間の場合でも、モニタ指示は1時間上昇したままとなる。

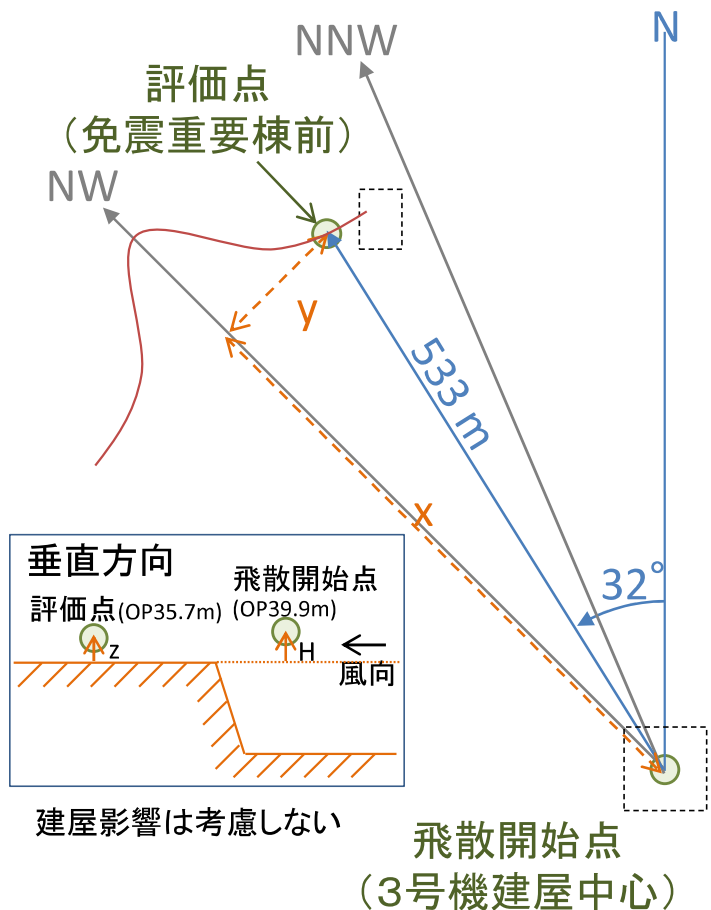
### ○放射能濃度の変化



# 1回目の飛散量の評価

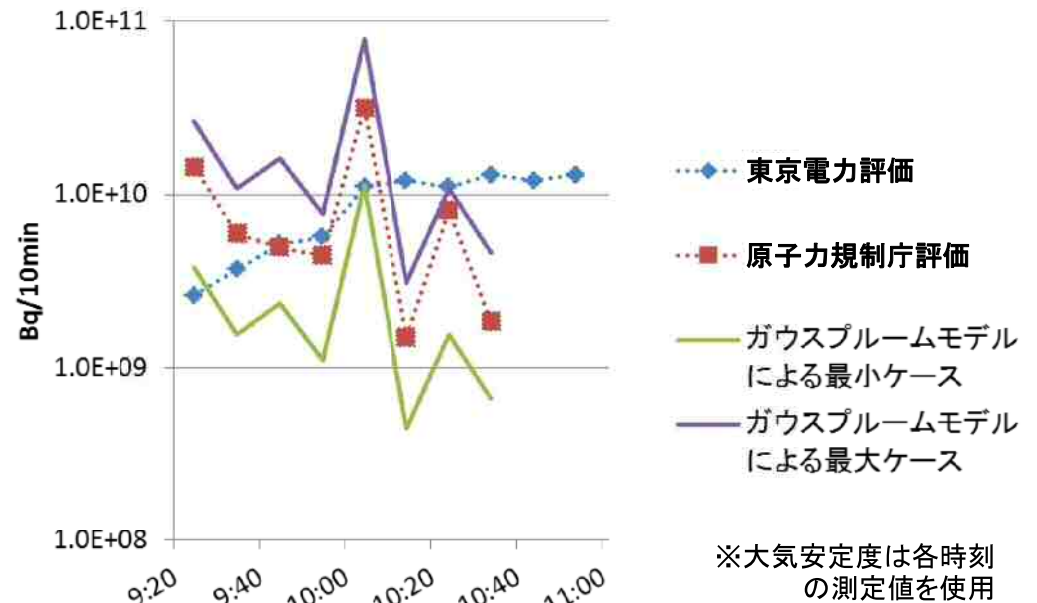
## ○計算モデル

ガウスプルームモデルで、飛散率 $Q$ (Bq/s)と評価点の空气中放射能濃度 $\chi$  (Bq/cm<sup>3</sup>)の関係( $\chi / Q$ )を計算



## ○1回目の飛散の計算結果

大気拡散の結果( $\chi / Q$ )と免震重要棟の空气中放射能濃度より飛散量を計算

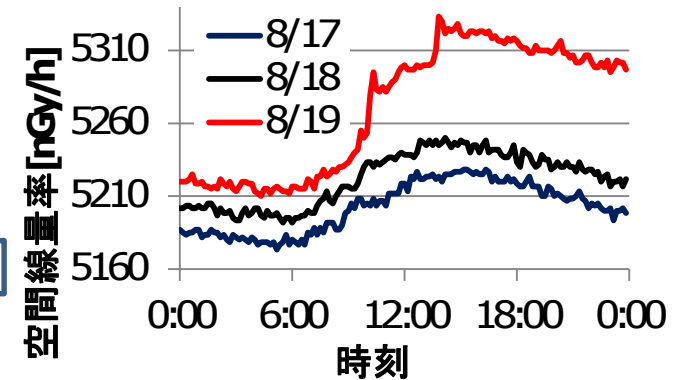
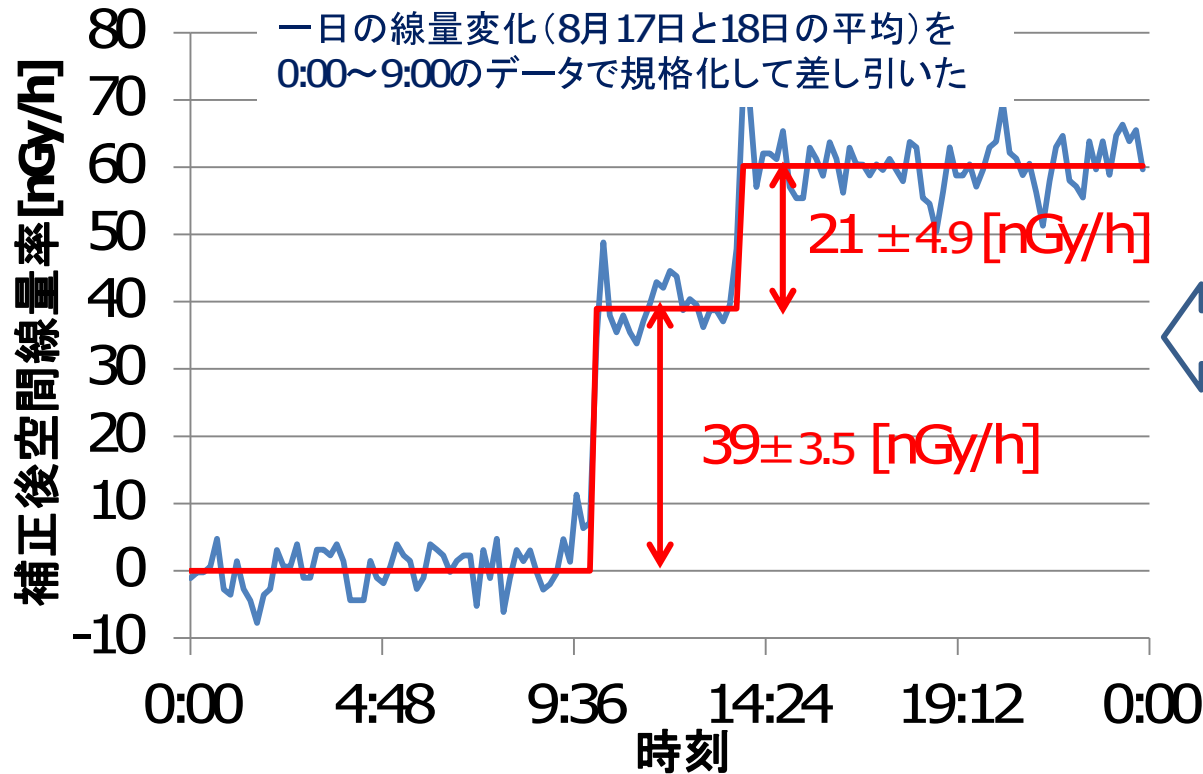


最小ケース: 風向32°, 風速2.0m/sの場合の飛散量  
最大ケース: 風向NW, 風速4.0m/sの場合の飛散量

1回目の飛散量:  $7.3 \times 10^{10}$  Bq  
(放射性セシウム)

# 2回目の飛散量の評価

○モニタリングポスト(MP2)のトレンド



○1回目と2回目の放出による線量上昇の比(0.54)と1回目の飛散量( $7.3 \times 10^{10}$ Bq)から2回目の飛散量を計算

2回目の飛散量:  $3.9 \times 10^{10}$ Bq  
(放射性セシウム)

20 -

	2回目 / 1回目
本評価	<b><math>0.54 \pm 0.13^{*1}</math></b>
東京電力(参考)	0.41

\*1 1σで記載。

## 飛散量評価のまとめ

### 原子力規制庁評価値

	時刻	飛散率(Bq/h)	飛散量(Bq)
1回目	9:20～10:40	$4.4 \times 10^{10}$	$7.3 \times 10^{10}$
2回目	13:30～14:00	$7.9 \times 10^{10}$	$3.9 \times 10^{10}$
	総量	$6.7 \times 10^{10}$	<b><math>1.1 \times 10^{11}</math></b>

### 東京電力評価値(参考)

	時刻	飛散率(Bq/h)	飛散量(Bq)
1回目	9:20～11:00	①* $5.4 \times 10^{10}$	① $9.0 \times 10^{10}$
		②* $1.1 \times 10^{11}$	② $1.9 \times 10^{11}$
2回目	13:30～14:00	① $7.4 \times 10^{10}$	① $3.7 \times 10^{10}$
		② $1.5 \times 10^{11}$	② $7.6 \times 10^{10}$
	総量	① $5.8 \times 10^{10}$	① <b><math>1.3 \times 10^{11}</math></b>
		② $1.2 \times 10^{11}$	② <b><math>2.6 \times 10^{11}</math></b>

※①: 免震重要棟前連続ダストモニタ(A社)からの評価値

②: 免震重要棟前連続ダストモニタ(A社) + **2** サンプルングからの評価値

出典: 特定原子力施設 監視・評価検討会(第26回: 8月19日)資料2(東京電力作成資料)