

日本原子力研究開発機構機関リポジトリ  
Japan Atomic Energy Agency Institutional Repository

Title	原子力事故時の放射性物質の大気中での挙動
Author(s)	堅田 元喜
Citation	大気環境学会誌, 46(6) ; p.A91-A94
Text Version	Publisher
URL	<a href="http://jolissrch-inter.tokai-sc.jaea.go.jp/search/servlet/search?5031202">http://jolissrch-inter.tokai-sc.jaea.go.jp/search/servlet/search?5031202</a>
DOI	<a href="http://dx.doi.org/10.11298/taiki.46.A91">http://dx.doi.org/10.11298/taiki.46.A91</a>
Right	©大気環境学会

---

# 原子力事故時の放射性物質の大気中での挙動

堅田 元喜

Genki Katata

Research Group for Environmental Science, Japan Atomic Energy Agency

2-4 Shirakata-Shirane, Tokai, Naka, Ibaraki 319-1195, Japan

---

## 1. はじめに

2011年3月に起きた福島第一原子力発電所事故（以下、福島第一原発事故）によって、大量の放射性物質が大気中へと放出されました。日本原子力研究開発機構（以下、原子力機構）では、緊急時環境線量情報予測システム世界版 WSPEEDI-II（寺田ら、2008）を用いて、放出率の推定や大気中への拡散・沈着過程の解析を進めています。本稿では、このシステムを用いたシミュレーション結果に基づいて、原子力事故時に放出される放射性物質の大気中での動きを解説します。福島第一原発事故の際に、大気へと放出された放射性物質の量（放出量）を推定した結果や、それらが風とともに大気中を拡散し、大気中の渦（乱流）や降雨によって地面へと落下（沈着）し、線量が増加するプロセスを解析した結果を示します。

## 2. WSPEEDI-IIの概要

WSPEEDI-IIは、世界の任意地点での原子力事故に対応可能なシステムとして開発されました（寺田ら、2008）。このシステムは、大気力学モデルと大気拡散モデルを基盤とした大気拡散予測機能、放出源推定機能などを有しています。今回の福島第一原発事故では、このシステムの大気拡散予測機能を利用して解析を進めています。WSPEEDI-IIの予測性能は、過去の原子力事故（チェルノブイル事故）や人工トレーサガスの拡散実験などで検証されています。

## 3. 福島第一原発事故による放出量の推定

今回の事故で放出された放射性核種のうち、希ガスを除いて放出量が多かったものとして、放射性ヨウ素( $^{131}\text{I}$ )と放射性セシウム( $^{137}\text{Cs}$ )が挙げられます。これらの核種について、2011年3月半ばから4月初めまでの福島第一原発事故の放出量を、環境中ダストデータと大気拡散モデル（SPEEDI, WSPEEDI-II）を組み合わせることによって算定しました（Chino et al. 2011）。この結果によると、3月15日に放出量が大きく推定されました。これは、水素爆発に伴う福島第一原発の2号機の損傷によるものと考えられています。

また、この日以降、大気への放出率は減少を続けており、4月の初めの放出率は、3月半ばの値の100分の1と推定されました。このことは、3月の終わりから原子炉が安定し、大気への放出量が抑えられていたことを示しています。

## 4. 放射性物質の大気拡散・沈着・線量上昇

原発から放出された放射性物質は、放射性雲（プルーム）として風に乗って大気中を拡散します。このプルームが通過したときに、空間線量率が上昇します。今回の事故では、WSPEEDI-IIを用いて、放出率の推定値が最も大きかった3月15日のプルームの動きを再現しました（Katata et al. 2011）。このプルームの動きの妥当性は、モニタリングポストと比較することによって検証されています。シミュレーションでは、15日に放出されたプルームは、午前中は南から南西方向に流れていましたが、昼近くから徐々に西に流れ、夕方には北西部へと向かっていました。このプルームの動きは、放出点付近の風向きの変化と連動しています。

大気中を拡散する放射性物質は、乱流によって直接地表面へと沈着するか（乾性沈着）、もしくは雨や霧・雪などに取り込まれて地表面に沈着します（湿性沈着）。この沈着物質からの線量は、プルームが通過した後も外部被ばくをもたらします（ground-shine）。シミュレーション結果によれば、3月15日の午後に放出された高濃度のプルームが、夕方以降に北西部から南下した降雨帯と重なり、湿性沈着によって大量の放射性物質が福島県に沈着していました（Katata et al. 2011）。3月16日以降に観測されている福島第一原発の北西部に広がる高線量地帯は、これによって形成されたと考えられます。

今後、3月15日以前のベントや水素爆発に伴う放射性物質の放出量の推定や、東北・関東地域の線量上昇イベントの解析に取り組み、福島第一原発事故による被ばくを正確に評価することを目指します。

## 文 献

- Chino M., Nakayama H., Nagai H., Terada H., Katata G., Yamazawa H. (2011) Preliminary estimation of release amounts of  $^{131}\text{I}$  and  $^{137}\text{Cs}$  accidentally discharged from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant into the atmosphere. *J. Nucl. Sci. Technol.*, 48, 1129–1134.
- Katata G., Terada H., Nagai H., Chino M. (2011). *J. Environ. Radioact.*, submitted.
- 寺田宏明, 永井晴康, 古野朗子, 掛札豊和, 原山卓也 (2008) 緊急時環境線量情報予測システム（世界版）WSPEEDI 第2版の開発. 日本原子力学会和文論文誌, 7, 257-267.

# 原子力事故時の放射性物質の 大気中での挙動

独立行政法人 日本原子力研究開発機構  
環境動態研究グループ  
研究員

堅田 元喜

## 講演内容

- ▶緊急時環境線量情報予測システム世界版WSPEEDI-II
- ▶大気中の放射性物質の広がり方
- ▶どのような放射性物質が、どのくらい放出されたか？
- ▶原発から、どのように広がった(拡散した)か？
- ▶どのようなプロセスで落下(沈着)したか？
- ▶福島第一原発事故による被ばく量の試算

## 緊急時環境線量情報予測システム世界版WSPEEDI-II (1)

### 目的

国内外の原子力事故にともなって放出される放射性物質の大気拡散と公衆への被ばくを、計算シミュレーションで迅速に予測する。

対象範囲 水平: 地球上の任意の領域 (通常、100~数千km)  
鉛直: 地上から10 km

予測期間 約7日先までの将来予測

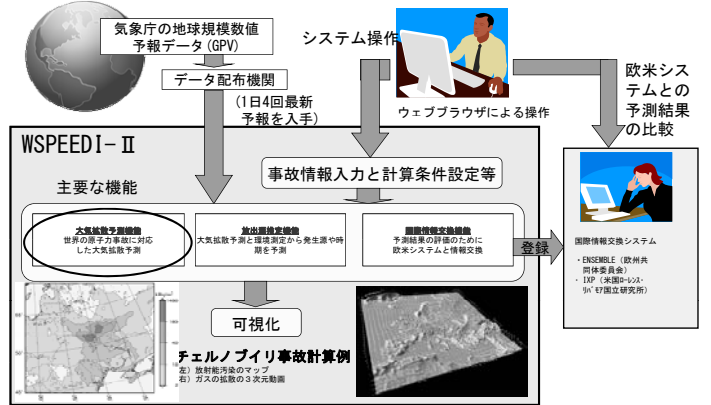
放出形態 地球上の任意地点からの時間変動放出

出力項目 気象場、空気中濃度、地表面沈着量、被ばく線量

操作機能 GUI操作による計算条件設定、計算実行、図形出力

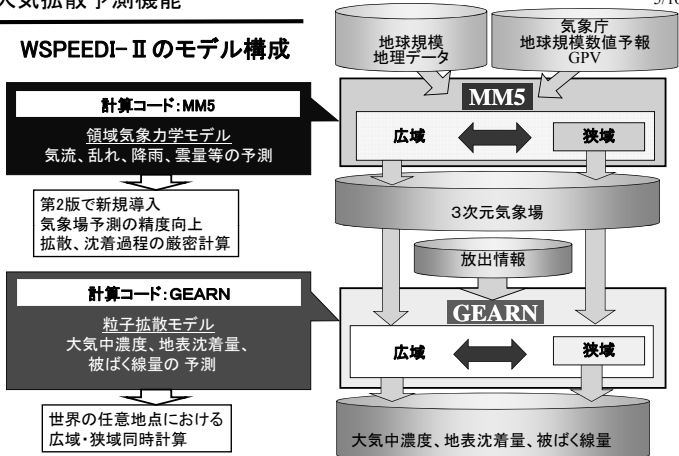
ネットワーク 気象庁数値予報の収集、予測情報交換(日米欧)

## 緊急時環境線量情報予測システム世界版WSPEEDI-II (2)

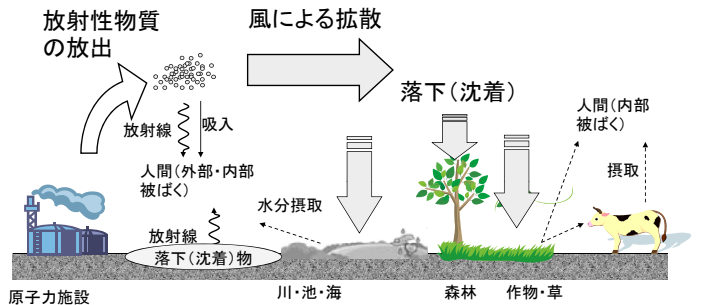


## 大気拡散予測機能

### WSPEEDI-IIのモデル構成



## 大気中の放射性物質の広がり方



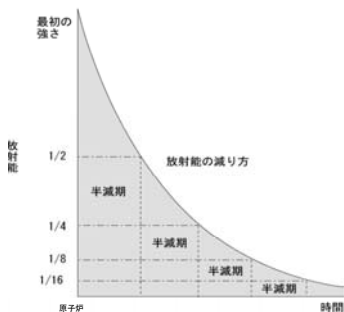
1. どのような放射性物質が、どのくらい放出されたか？
2. 原発から、どのように広がった(拡散した)か？
3. どのようなプロセスで落下(沈着)したか？

## 放出された放射性物質の種類

7/16

福島第一原発事故で放出された主な放射性核種の環境中の存在割合

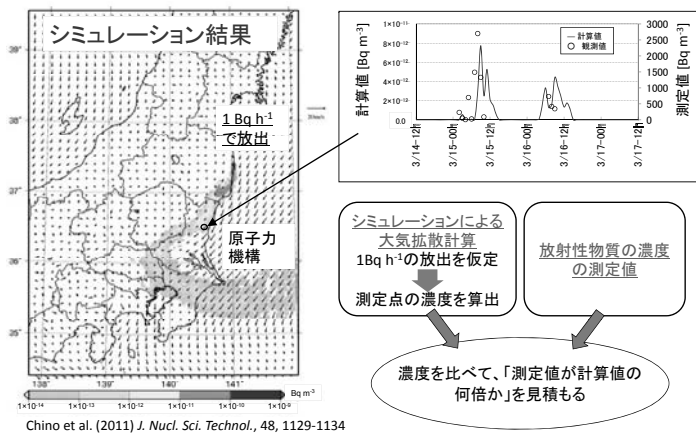
名称	半減期	7/3現在の残存割合(推定)
ヨウ素131	8日	0.01%
ヨウ素132	2時間	0%
テルル132	3日	0%
セシウム137	30年	99%
セシウム134	2年	90%
キセノン133	5日	0%



- 放出量が最も多かった沈着する核種は、ヨウ素131
- 現在も環境中に残っている核種は放射性セシウム

## WSPEEDI-IIによる放出量の推定方法

8/16

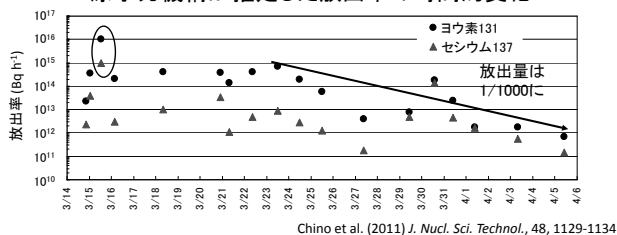


Chino et al. (2011) J. Nucl. Sci. Technol., 48, 1129-1134

## どのくらい放出されたか?

9/16

### 原子力機構が推定した放出率の時間的変化

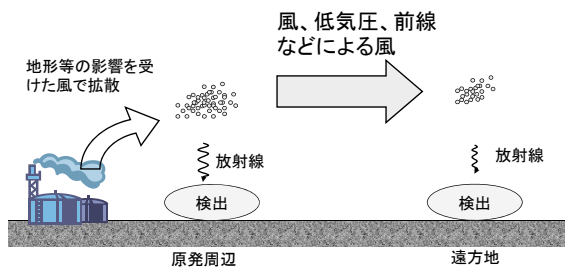


Chino et al. (2011) J. Nucl. Sci. Technol., 48, 1129-1134

- 3月15日に大きな放出があった
- 3月中盤以降、放出量は大きく減少した
- 4月以降、原子炉の状態は安定し、放出が抑えられた

## どのように広がった(拡散した)か?

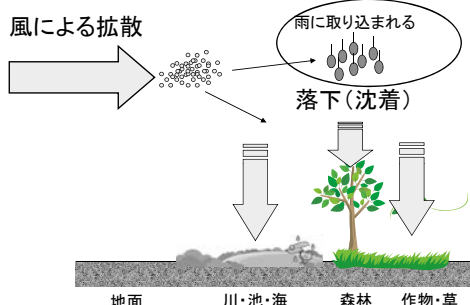
10/16



- 地表面状態(地形・土地利用等)の影響を受けながら広がる
- 低気圧や前線による広いスケールの風とともに広がる
- 遠方では、半減期や拡散によって濃度が下がる

## どのようなプロセスで落下(沈着)したか?

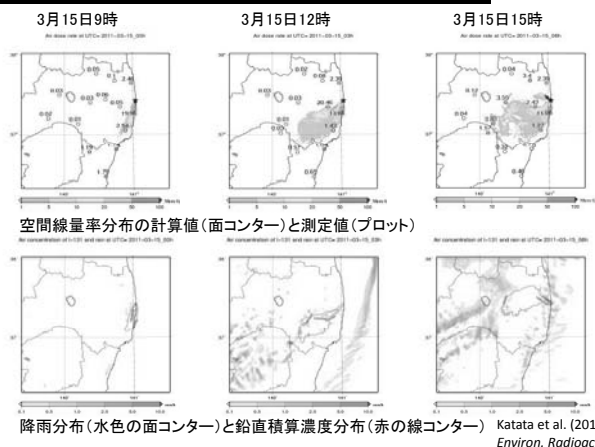
11/16



- 放出率が高かった3月の中盤以降の降雨によって放射性物質の沈着(湿性沈着)が起こった
- 原発の北西方向に高線量地帯が形成された

## 空間線量率・降雨・濃度分布の変化(1)

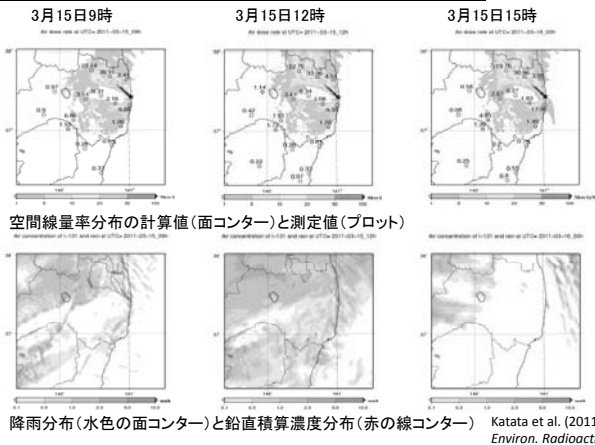
12/16



Katata et al. (2011) J. Environ. Radioactiv.,

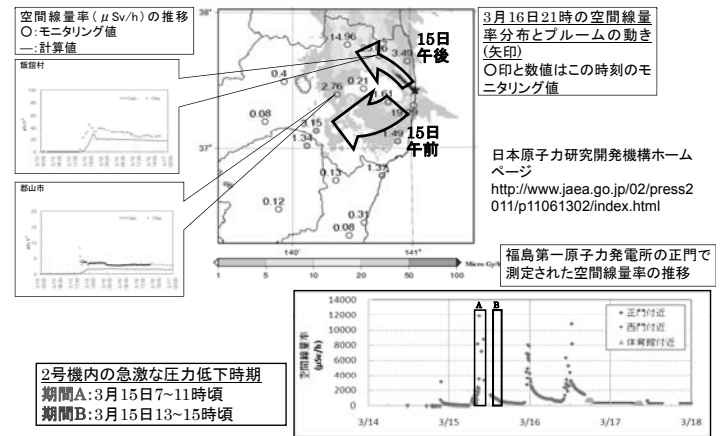
### 空間線量率・降雨・濃度分布の変化(2)

13/16



### 福島県の空間線量率の計算結果(3月16日 21時)

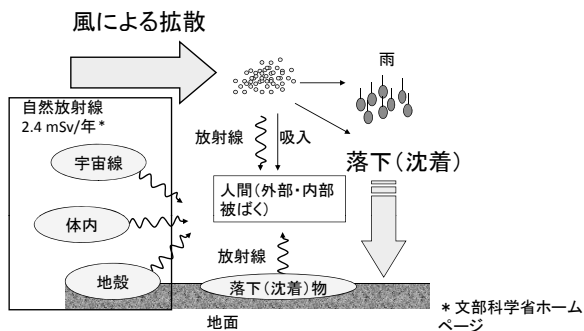
14/16



### 原子力事故時の大気拡散による被ばく

15/16

1. 浮遊する放射性物質による外部被ばく
2. 落下(沈着)物による外部被ばく
3. 吸入による内部被ばく



### 2ヶ月間の被ばく線量の試算(3月12日~5月12日)

16/16

