

付録 図 5.8 2011 年3月から6月にかけての第二原発および岩沢海岸付近での¹³⁷Cs 濃度 の時系列図。モニタリング観測結果は青菱形と赤四角印で表し、モデルの結果を細い実 線で示す(青:第二原発付近、赤:岩沢海岸)



付録 図 5.9 2011 年 3 月 18 日から 6 月 1 日までの、第一原発の沖合 30 km にあるモニタ リング観測線での¹³⁷Cs 濃度の時間変動。観測線上の 10 地点での観測値を菱形印で示し、 モデルにより得られた 10 地点の値を平均した時系列を黒実線で示す。灰色の影の領域 は、各モデルの 10 地点の値のバラツキ範囲を表している。



付録 図 5.10 2011 年6月8日から18日の期間で平均した海面での¹³⁷Cs 濃度の水平分布。 観測値を丸印で、モデルの結果をカラーマップで表す。なお、観測値もモデル結果と同 じカラースケールを用い、丸印の内部を色表示している。



付録 図 5.11 図 10 と同様。ただし 100 m 深の水平分布。各パネルの右上にある括弧内の数字は、それぞれのモデルでの KOK 観測領域における海面から 200 m 深までの¹³⁷Cs 存 在量(インベントリ)を表す(単位:ペタベクレル)。



付録 図 5.12 KOK 観測領域で平均した¹³⁷Cs 濃度の鉛直分布。黒および灰色の丸印は KOK 観測によって得られた¹³⁴Cs の値を示し、黒は沿岸に近い海域、灰色は沖合海域での値 (Buesseler et al., 2012[14] より)。各モデルの結果は、沖合海域で平均した鉛直分布 は中空の丸印の付いた実線で、また沿岸に近い領域で平均した鉛直分布は塗りつぶした 丸印の付いた実線あるいは点線でそれぞれ示している。なお、左図と右図で観測値は同 じものを示している。比較として用いた Buesseler et al. (2012)[14] には¹³⁷Cs の鉛直 分布図の記載が無いが、2011 年6月の対象海域における¹³⁴Cs と¹³⁷Cs の濃度比はほぼ 1 であることから、ここでは¹³⁴Cs の鉛直分布を比較対象として用いた。

付録6 放出量解析に関わる主要な図表

			陸域沈		
			着量		
			2.65PBq		
	全大気フ		の対 F _A		
文献	ラックス F_A	範囲	比(%)	期間	手法
This study	19.4	16.4-22.4	13.7	3/11-4/19	Cs137 conc.; Global Eulerian model + Inversion
MEXT (2011)[86]					From obs. and numerical
and Chino et al. (2011)[19]	15.5	14–17	17.1		model analysis Cs137 conc and sea surface
Kobayashi et al. (2013)[64]	13.0	_	20.4	3/12-3/20	conc.; Regional Lagrangian model, oceanic dispersion simulation + Reverse method
Saunier et al. (2013)[104]	15.5	_	17.1	3/11-3/27	Gamma dose ratio obs.; Regional Eulerian model + Inversion.
					Cs137 conc. Global
Stohl et al. (2012)[116]	36.6	20.1-53.1	7.2	3/10-4/20	Lagrangian model + Inversion
Terada et al. (2012)[133]	8.8	_	30.1	3/10-3/31	Cs137 conc.; Regional Lagrangian model + Reverse method
					Cs137 conc and sea surface
Winiarek et al. (2014)[147]	15.5	11.6-19.3	17.1	3/11-3/26	model + Inversion.
平均土標準偏差(の)	17.8 ±8.2		17.5±6.4		
平均から 20以内データ	14.6±3.2		19.2±5.2		

付録表 6.1 第一原発からの総¹³⁷Cs 放出量推定値一覧



付録 図 6.1 薄紫円は CTBTO の、水色四角、青色正三角、赤色丸、緑色逆三角、黄色菱形 はそれぞれ RING OF FIVE、カリフォルニア大、台湾中央研究院、気象研究所、Ian Hoffman 氏提供の観測所の位置を示す。黒色星は福島第一原子力発電所の位置を示す。上図は世 界全体で下図は日本付近の拡大図を示す。



付録 図 6.2 第一原発から放出された¹³⁷Cs 放出時系列。青線、緑線、赤線(太線)、紫線(太線)はそれぞれ寺田先験情報、Stohl 先験情報、逆解析後の推定値(寺田先験値)、逆解析 後の推定値(Stohl 先験値)を示す。

付録 用語解説

CTBTO	包括的核実験禁止条約機関
WMO 報告書	国連の世界気象機関(WMO)が出す世界の気象に関する報告書
WRF	Weather Research and Forecast の略で、アメリカ大気研究局
	(NCAR)を中心として開発された領域気象モデル
アンサンブル平均	ある時点で取り得る状態の集団をアンサンブル(統計集団)と
	いう。ここでは、比較実験に参加したシミュレーションモデ
	ルによって得られた結果をアンサンブルとみなし、それぞれ
	のモデルによるある時点での結果の集合的な平均を求めたも
	のをアンサンブル平均としている
移流拡散スキーム	下流側へ流れに乗って微粒子などが流れるのを移流といい、
	分子運動と流れの乱れなどで微粒子が空間的に広がるのを拡
	散という。これらをコンピュータ上で計算する枠組み
インベントリ	商品などの目録の意味であるが、蓄積量や放出総量などの意
	味に用いられる
雲微物理	水蒸気が水(もしくは氷、あられその他)粒子となる過程、お
	よびそれに伴う降水過程をモデル化したもの
オイラー型・オイラー型モ	デル
	空間を小ブロックに分け、それぞれの小ブロックの中の物理
	量が時間とともにどう変わっていくか計算するような方法(ラ
	グランジュ型参照)
海洋分散モデル	複雑な海洋の水温、塩分、海流の状態とその変動を表現する
	数値モデル
乾性沈着	地表面付近の放射性物質が大気乱流や重力沈降により地表面
	に沈着する状態を指す(湿性沈着参照)
化学輸送モデル	大気微量成分の空間分布と変動を再現する数値モデルで、大
	気中で生じる化学反応による微量成分の生成・消滅と輸送の
	効果を同時に計算できるモデル
気象庁モデル	ここでは MASINGAR mk-2 のこと(第6章参照)
気象庁メソスケールモデル	気象庁が日々の天気予報のために用いている領域を区切って
	その範囲内でのみ計算をする数値モデル(ここではその解析
	場も含む)
逆推計・逆推計手法	通常の数値モデルなどでは原因から結果の順に計算が行われ
	るが、結果と過程を計算する数値モデルを用いて原因を推定
	する手法のこと
凝集モード粒子	大気中にみられるエアロゾルのうち、粒径が0.2μm程度の粒

子。重力による降下の影響はあまり大きくなく、大気中には およそ数日から数週間の長期間浮遊し、乾性もしくは湿性沈 着によって大気中から除去される

クロロフィル濃度 植物プランクトンに含まれる葉緑体の量の分布。人工衛星からは海色観測データを用いて推定される

経験則ベースモデル 事象の物理的・化学的意味を数式化するのではなく、過去の 観測結果などを説明するための数式に基づくモデル

高時間分解能シナリオ イベント的放出などを説明しうる、放出量変動の細やかな時 間変化を考慮した放出シナリオ

現業運用 業務としてしかるべき機関によって運用されること

現業モデル 業務(天気予報など)として運用されている数値モデルのこと

湿性沈着・湿性沈着過程 粒子状の放射性物質が雨滴の核になったり、降雨に付着して 雨とともに地表に落ちる状態を指す(乾性沈着参照)

積雲対流 水蒸気の凝結を伴う対流活動のこと。積乱雲の発生に伴い降 雨や上昇流・下降流による物質の輸送が生じる

セミ・ラグランジュ型モデル

オイラー型とラグランジュ型を組み合わせたモデルのこと。 計算する領域はある大きさの格子で覆うが、輸送過程に関し ては風上に向かって出発点を計算する

逆解析をする際に、不自然な解とならないように与えるあら

全球規模大気輸送モデル 地球全体を計算領域とするモデルのこと。計算する領域を区 切るモデルは領域モデルと呼ぶ

先験情報

総観規模攪乱

- かじめわかっている情報のこと 高・低気圧などの数日間程度の時間スケールをもつ大気場の 乱れ
- タグ付シミュレーション 逆推計をする際に、放出源(今回の場合は放出期間)が観測デー タに与える寄与を判別するため放出源ごとに輸送モデルによ る実験を区別して行うこと

同化手法(同化する) 数値シミュレーションを行う際に、観測データがある場所と
 時間でシミュレーション結果と観測値との差を考慮して、観測値に近づくようにシミュレーション結果を補正する手法
 プロセスベースモデル 現象の物理的な理解をもとに作成したモデルのこと

ベイズ統合逆解析 観測データとタグ付シミュレーションの結果を、単に観測デ ータとモデルの結果を合うようにするのではなく、先験情報 からのズレをも小さくなるように解析値を求める方法のこと 放出シナリオ 時系列で大気へ放出した量を推定したもの(付録図 4.1)、および時系列で第一原発から直接海洋へ流入した量を推定したもの(付録 5.2 図)

モデルアンサンブル 複数のモデルによる推定結果を統計処理し、予測不確実性を 低減させる技術

輸送 環境中で放射性物質が大気中や海洋中で流動・拡散などにより移動していくことをいう

輸送モデルのバイアス 気象場などの初期値および側面境界における誤差、およびモ デル自身の誤差などにより、輸送モデルの予測結果に含まれ る誤差の事

ラグランジュ型・ラグランジュ型粒子追跡法・ラグランジュ輸送モデル・ラグランジュ型 大気拡散モデル

流体を粒子の集まりとみなし、それぞれの粒子の位置が変わっていくのを追いかけるような計算の方法(オイラー型参照)
 力学過程
 大気の流れに関する運動方程式、大気および水蒸気の質量保存、熱力学収支など大気の流れの時間変化をモデル化したもの。それ以外の要因による大気場の変化は物理過程と呼ばれる
 流動モデル
 大気における気象モデルのように、海流の流れを計算するた

パリモノル スペーわりるメネモノルのように、海加の加れを計算する。 めの数値モデル

領域気象モデル 気象庁メソスケールモデルのように、特定の領域を計算対象 として大気場の時間変化を計算する数値モデル

領域規模大気輸送モデル 特定の領域を計算対象とし、大気汚染物質、放射性物質など の大気微量成分の大気中における移流、拡散、沈着(および放 射性物質であれば壊変)などを計算する数値モデル(参照:全 球規模大気輸送モデル)

66

付録 略語集

モデルの略号	
ETM	ソウル国立大学の領域規模大気輸送モデル
EMACT255	地理座標系で約0.5度の解像度(T255)で適用した大気化学-全
	循環モデル
EMAC T106	EMAC の解像度を変更した (T106;およそ1度)もの
FLEXPART	全球移流拡散モデルでノルウェー大気研究所のモデル
IRSN-IFREMER	フランス放射線防護原子力安全研究所の海洋分散モデル
JCOPET	プリンストン海洋分散モデルを基として日本沿海
	域の海洋変動予測研究のために構築された高解像度の沿岸域
	海洋入れ子モデル
ldX	フランス放射線防護原子力安全研究所の大気輸送モデル
KNMI TM5	オランダ王立気象研究所の全球規模大気輸送モデル
KIOST/IMMSP	韓国海洋科学技術研究所とウクライナ科学院計算機およびシ
	ステム問題研究所が協力して開発した海洋の放射性物質分散
	モデル
GEARN	日本原子力研究開発機構で開発された、ラグランジュ型大気
	輸送モデル
MASINGAR-1	気象庁気象研究所のモデル
MASINGAR mk-2	気象庁気象研究所のモデル
MPIC/EMAC	キプロス研究所の全球規模大気輸送モデル
MRI-PM/r	気象庁気象研究所の領域規模大気輸送モデル
MSSG	JAMSTEC・地球シミュレータセンターで開発された大気海洋結
	合モデル
NHM-LETKF-Chem	気象庁気象研究所の領域規模大気輸送モデル
JMA-RATM	気象庁の領域規模大気輸送モデル
SPEEDI	日本原子力研究開発機構の放射性物質を対象とした大気拡散
	予測システム
SPRINTARS	九州大学の全球規模大気輸送モデル
SPRINTARS1	九州大学の全球規模大気輸送モデル
CAMX	電力中央研究所が相互比較に使用した領域規模大気輸送モデ
)L
WRF-Chem	海洋研究開発機構が相互比較に使用した領域規模大気輸送モ
	デル
CMAQ	国立環境研究所が相互比較に使用した領域規模大気輸送モデ
)L

Polyphemus

フランス大気環境研究センターの領域規模大気輸送モデル

これらのモデル名のほかに機関の名前もモデル名として用いられている

機関の略語		
CEREA	Centre d'Enseignement et de Recherche e Environnement	
	Atmosphérique(フランス大気環境研究センター)	
CRIEPI	電力中央研究所	
DOE/NNSA	米国エネルギー省国家安全保障局	
GEOMAR	Research Center for Marine Geosciences(ドイツ海洋地球科学	
	研究センター)	
IMMSP	Institute of Mathematical Machine and System Problems(ウク	
	ライナ科学院計算機およびシステム問題研究所)	
IRSN	Institut de Radioprotection et S û ret é Nucl é aire(フランス放	
	射線防護原子力安全研究所)	
JAEA	日本原子力研究開発機構	
JAMSTEC	海洋研究開発機構	
JMA	気象庁	
JMA-MRI	気象庁気象研究所	
KIOST	Korea Institute of Ocean Science and Technology(韓国海洋科	
	学技術研究所)	
KNMI	オランダ王立気象研究所	
Kobe U	神戸大学	
КОК	米国ハワイ大学所属の海洋観測船 Ka'imikai-o-Kanaloa	
NIES	国立環境研究所	
NILU	ノルウェー大気研究所	
SNU	Seoul National University(ソウル大学校)	
WHOI	Woods Hole Oceanographic Institution(米国ウッズホール海洋 研究所)	
JAEA JAMSTEC JMA JMA-MRI KIOST KNMI Kobe U KOK NIES NILU SNU WHOI	 日本原子力研究開発機構 海洋研究開発機構 気象庁 気象庁気象研究所 Korea Institute of Ocean Science and Technology(韓国海洋 学技術研究所) オランダ王立気象研究所 神戸大学 米国ハワイ大学所属の海洋観測船 Ka'imikai-o-Kanaloa 国立環境研究所 ノルウェー大気研究所 Seoul National University(ソウル大学校) Woods Hole Oceanographic Institution(米国ウッズホール海研究所) 	

目

次

付録 3A.	領域規模大気輸送モデル相互比較に参加した各モデルの概要・・・・・	71
3A. 1.	Centre d'Enseignement et de Recherche en Environnement	
	Atmosphérique (CEREA) • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	71
3A. 2.	電力中央研究所(CRIEPI) ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	71
3A. 3.	Institut de Radioprotection et Sûreté Nucléaire (IRSN) •••••	72
3A. 4.	日本原子力研究開発機構(JAEA)・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	72
3 A . 5.	海洋研究開発機構(JAMSTEC)・・・・・・・・・・・・・・・・・・	73
3A. 6.	気象庁(JMA)・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	73
3A. 7.	気象庁気象研究所(JMA-MRI)・・・・・・・・・・・・・・・・・・	74
3A. 8.	国立環境研究所(NIES)・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	74
3A. 9.	Seoul National University (SNU) •••••••••••••••••	75
付録 4A.	全球規模大気輸送モデルの相互比較に参加した各モデルの概要・・・・	76
4A. 1.	SPRINTARS • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	76
4A. 2.	MASINGAR-1 および MASINGAR mk-2 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・	77
4A. 3.	EMAC • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	77
4A. 4.	КЛМІ ТМ5 • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	78
4A. 5.	Meteorological Research Institute - Passive-tracers Model	
4A. 5.	Meteorological Research Institute - Passive-tracers Model for radionuclides(MRI-PM/r) • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	78
4A.5. 付録 4B.	Meteorological Research Institute - Passive-tracers Model for radionuclides(MRI-PM/r) ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	78 79
4A.5. 付録 4B. 4B.1.	Meteorological Research Institute - Passive-tracers Model for radionuclides(MRI-PM/r) ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	78 79 79
4A.5. 付録 4B. 4B.1. 4B.2.	Meteorological Research Institute - Passive-tracers Model for radionuclides(MRI-PM/r) ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	78 79 79 79 79
4A. 5. 付録 4B. 4B. 1. 4B. 2. 付録 5A.	Meteorological Research Institute - Passive-tracers Model for radionuclides(MRI-PM/r) 比較に用いた観測データ 大気中濃度データ ブータ 沈着量データ 海洋分散モデル相互比較に参加した各モデルの概要	78 79 79 79 79 80
4A. 5. 付録 4B. 4B. 1. 4B. 2. 付録 5A. 5A. 1.	Meteorological Research Institute - Passive-tracers Modelfor radionuclides(MRI-PM/r)比較に用いた観測データ大気中濃度データ次着量データ海洋分散モデル相互比較に参加した各モデルの概要CRIEPI	78 79 79 79 80 80
4A. 5. 付録 4B. 4B. 1. 4B. 2. 付録 5A. 5A. 1. 5A. 2.	Meteorological Research Institute - Passive-tracers Model for radionuclides(MRI-PM/r) 比較に用いた観測データ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	78 79 79 79 80 80 80
4A. 5. 付録 4B. 4B. 1. 4B. 2. 付録 5A. 5A. 1. 5A. 2. 5A. 3.	Meteorological Research Institute - Passive-tracers Model for radionuclides(MRI-PM/r) · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	78 79 79 79 80 80 81 82
4A. 5. 付録 4B. 4B. 1. 4B. 2. 付録 5A. 5A. 1. 5A. 2. 5A. 3. 5A. 4.	Meteorological Research Institute - Passive-tracers Model for radionuclides (MRI-PM/r) · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	78 79 79 79 80 80 81 82 83
4A. 5. 付録 4B. 4B. 1. 4B. 2. 付録 5A. 5A. 1. 5A. 2. 5A. 3. 5A. 4. 5A. 5.	Meteorological Research Institute - Passive-tracers Model for radionuclides (MRI-PM/r) · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	78 79 79 79 80 80 81 82 83 83
4A. 5. 付録 4B. 4B. 1. 4B. 2. 付録 5A. 5A. 1. 5A. 2. 5A. 3. 5A. 4. 5A. 5. 5A. 6.	Meteorological Research Institute - Passive-tracers Model for radionuclides(MRI-PM/r) · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	78 79 79 79 80 80 81 82 83 83 83 84
4A. 5. 付録 4B. 4B. 1. 4B. 2. 付録 5A. 5A. 1. 5A. 2. 5A. 3. 5A. 4. 5A. 5. 5A. 5. 5A. 6. 5A. 7.	Meteorological Research Institute - Passive-tracers Model for radionuclides (MRI-PM/r) 比較に用いた観測データ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	78 79 79 79 80 80 81 82 83 83 83 83 84
4A. 5. 付録 4B. 4B. 1. 4B. 2. 付録 5A. 5A. 1. 5A. 2. 5A. 3. 5A. 4. 5A. 5. 5A. 6. 5A. 7. 5A. 8.	Meteorological Research Institute - Passive-tracers Model for radionuclides (MRI-PM/r) 比較に用いた観測データ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	78 79 79 79 80 80 81 82 83 83 83 83 83 84 85
4A. 5. 付録 4B. 4B. 1. 4B. 2. 付録 5A. 5A. 1. 5A. 2. 5A. 3. 5A. 3. 5A. 4. 5A. 5. 5A. 6. 5A. 7. 5A. 8. 5A. 9.	Meteorological Research Institute - Passive-tracers Model for radionuclides(MRI-PM/r) 比較に用いた観測データ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	78 79 79 79 80 80 81 82 83 83 83 83 84 85 85 86

5 A . 11.	WHOI-3D · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	87
付録 5B.	¹³⁷ Cs の海面での水平分布図・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	88
5B. 1.	海面における 10 日平均 ¹³⁷ Cs 分布図・・・・・・・・・・・・・・・	89
5B. 2.	10 日平均海面流速分布図 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	95
付録 5C.	人工衛星観測にみられる茨城沖の高気圧性渦・・・・・・・・・・	101
付録 5D.	福島沿岸域での放射能の航空機観測結果・・・・・・・・・・・・・	103

付録 3A. 領域規模大気輸送モデル相互比較に参加した各モデルの概要

3A.1. Centre d'Enseignement et de Recherche en Environnement Atmosphérique (CEREA)

第一原発事故に関する放射性物質シミュレーションには、化学輸送モデル[†]Polar3D を 用いた。Polar3D は Polyphemus モデルプラットフォーム上で利用可能なオイラー型モデル である。 放射性物質に関しては、アルヘシラスおよびチェルノブイリにおける放射性物 質の大気中への漏洩事故の再計算やモデル間相互比較プロジェクトである European Tracer Experiment (ETEX) に参加し、検証を行っている (Quélo et al., 2007)[97]。

モデル内では¹³⁷Cs および¹³¹I をトレーサーとして扱い、放射性壊変についても考慮して いる。各々の放射性壊変における時定数はそれぞれ 11,000 日および 8.04 日である。乾性 沈着は一定速度を与えており、¹³⁷Cs の乾性沈着速度は v^{dep} = 0.2 cm s⁻¹、¹³¹I の乾性沈着速 度は v^{dep} = 0.5 cm s⁻¹ としている。湿性沈着による洗浄率 Λ^{s} は Brandt et al. (2002)[12] をもとにしている。移流過程は 3 次の移流スキームを用い、Koren-Sweby のフラックスリ ミッタを適用している。フラックスリミッタは、放出源周辺などの濃度勾配が大きな箇所 での偽拡散などを防ぐのに重要である。拡散については 2 次の Rosenbrock を用いている。 水平解像度は 0.05°、水平格子数は 270×260 であり、鉛直層数は地表から 8,000 m までの 15 層である。

第一原発からの¹³⁷Cs および¹³¹I の放出量は、メソスケールモデルによる大気中放射性 物質濃度の逆解法を用いて独自に推定したものを用いている(Winiarek et al., 2012)[146]。 また本相互比較には使用していないが、より細かい¹³⁷Cs 放出量の変動分布についても大 気中濃度や沈着量などの複数のデータセットをもとに推定している(Winiarek et al., 2014)[147]。本計算には3時間ごと、空間解像度 0.25°×0.25°の ECMWF による気象場を 気象モデル WRF[†]の初期値および側面境界とし、空間解像度 0.05°×0.05°、一時間ごと の濃度場および沈着量分布を推定した。より詳細なモデル設定については Winiarek et al. (2014)[147]に記載している。

3A.2. 電力中央研究所(CRIEPI)

放射性物質の大気輸送シミュレーションに関し、電力中央研究所では化学輸送モデルと して Comprehensive Air Quality Model with Extensions (CAMx) version 5.40.1 (ENVIRON, 2011) [29]を、気象モデルとして WRF[†] version 3.2.1 (Grell et al., 2005) [36]を使用した。 CAMx においてガスおよび粒子状¹³¹I 、粒子状の¹³²I、¹³²Te、¹³⁴Cs および¹³⁷Cs の移流、拡 散、放射性壊変、乾性および湿性沈着について考慮するようモデルを拡張している。粒子 状放射性物質の大気中での振る舞いについては、微小粒子状物質 PM_{2.5} (粒径 2.5 µm 以下 の粒子状物質) にて近似している。計算対象領域は東日本域であり、水平解像度は 5 km、 鉛直層数は高度 100 hPa までの 34 層である。湿性沈着過程は Seinfeld and Pandis (1998) [106]をもとに、降雨による高度方向への再配分を考慮するよう修正している。粒子状物 質の乾性沈着速度は Zhang et al. (2001) [153] を、ガス状物質の乾性沈着速度は Zhang et al. (2003) [154] をそれぞれ元にしている。気象モデル WRF[†]の初期値および側面境界として気象庁メソ解析 (MANAL) を使用している。また計算領域内おける MANAL を用いた気象場 に対するナッジングもあわせて適用している。¹³¹I および¹³⁷Cs の放出シナリオは Terada et al. (2012) [133] を用いている。

3A.3. Institut de Radioprotection et Sûreté Nucléaire (IRSN)

IRSN 大気輸送モデリング部門では、C3X モデルプラットフォーム上のオイラー型化学輸送モデルである ldX を用いて放射性物質の大気拡散シミュレーションを行なった。本相互比較ワーキンググループには、気象庁メソスケールモデル(0.05°×0.05°)の気象場を用いたシミュレーション結果を提供している。放出シナリオは Mathieu et al. (2012)[82]をもとにしている。本シナリオでは 2011 年までの知見に基づき、線量観測をもとにして第一原発事故における放出量推定を行っている。乾性沈着過程は一定速度を仮定し、2×10⁻³ m s⁻¹ としている。湿性沈着過程は、ECMWF の気象場における降水量 P (mm h⁻¹)および放射性物質の種別ごとの除去定数 L₀(粒子状物質に対しては5×10⁻⁴ h s⁻¹ mm⁻¹)を用い、除去率 L を L=L₀P として求めている。モデルの詳細については Korsakissok et al. (2013)[67]に記述がある。また本モデルを用いて推定した最新の放出シナリオは Saunier et al. (2013) [104]としてまとめている。

3A.4. 日本原子力研究開発機構 (JAEA)

放射性物質を対象とした大気拡散予測システム WSPEEDI (Terada et al., 2008) [132] は緊 急時環境線量情報予測システム SPEEDI を拡張したもので、非静力メソスケール気象モデ ルMM5 (Grell et al., 1994) [35] とラグランジュ型粒子拡散モデル GEARN (Terada and Chino, 2008) [131] とを組み合わせたものである。MM5 はコミュニティモデルとして世界中で広く 使われており、いくつかの国においては気象予報モデルとして現業的に使用されている。 MI5 はネスティングによる入れ子計算、四次元データ同化に対応しており、また雲微物理 *、積雲対流*、接地境界層、放射過程、および地表面過程について複数のスキームの中 から対象とする研究領域に適切なものを選択することが可能である。ラグランジュ型粒子 拡散モデル GAREN は、放出源からの放射性物質の大気拡散を多数(通常数百万程度)の粒子 の動きから求めるものである。水平方向の座標系はMM5と同一のものを、鉛直方向にはz* 座標系をそれぞれ適用している。個々の粒子の動きには MM5 によって計算された気象場を 用い、グリッドスケールの気象場による移流とサブグリッドスケールの乱流による渦拡散 とを考慮している。GEARN は MM5 のネスト計算にも対応しており、ネスト計算における各 領域は並列計算機上で各々独立した実行プログラムとして扱われ、内側ネスト領域の側面 を出入りする粒子は外側ネスト領域と相互にデータ交換を行っている。大気中の放射能に ついては大気擾乱による地表への沈着(乾性沈着)と降雨による沈着(湿性沈着)とを考慮し ている。乾性沈着は(Sehmel, 1980)[105]をもとに、乾性沈着速度(希ガスに対してはOm s^{-1} 、ヨウ素に対しては $3 \times 10^{-3} \text{ m s}^{-1}$ 、そのほかの放射性物質については形態によらず 10^{-3}