

B. 専門委員会／検討委員会の会合記録

B.1 専門委員会の会合記録

1. 第1回会合

- ① 開催日時：平成24年5月29日（火） 15:30～17:35
- ② 場所：放射線医学総合研究所
- ③ 主な議題，意見等
 - 本事業の進め方について，事業が終了する平成25年2月末までに専門委員会の会合を3回程度（今回含む），専門委員会の下に設置する各検討委員会（拡散シミュレーション，線量評価，経口摂取）も同程度の頻度で開催することとした。
 - 本事業で行う初期内部被ばくの線量推計は，特定個人を対象とするものではなく，ある集団の代表的個人について行うことが現実的であろうとの意見が大半であった。
 - 事故初期の内部被ばく線量推計を行うためには，外交ルートを通じて海外機関（IAEA，米軍など）からも必要となる情報収集が必要であるとの意見が出された。特にダストサンプルの実測データについては，大気拡散シミュレーションの精度向上に必須である。
 - 個人の行動調査に関する情報は線量推計の信頼性を確保する上で重要である。ただし，ホールボディカウンタ（WBC）等の個人計測データと同様に，利用にあたっては関係機関の承諾及び研究倫理審査上の諸手続きを行う必要があるので，対応を検討されたし。
 - 初期内部被ばく線量推計に必要な実測データ及び情報を顕在化することを目的として，第1回国際シンポジウムを平成24年7月に開催することが決定された。また，同シンポジウムの成果として，各演者に論文執筆を依頼し，専門家によるピアレビューを経たプロシーディング集を刊行することとなった。

2. 第2回会合

- ① 開催日時：平成24年10月16日（火） 14:05～16:00
- ② 場所：都内某所
- ③ 主な議題，意見等
 - 拡散シミュレーションに基づく吸入摂取による初期内部被ばく線量の試算結果については，その検証を事故初期に得られた実測値との比較によって行うことが重要であるとの意見が出された。
 - 未公開データ（当時，米軍との共同で進めていた文科省による航空機サーベイによるマップデータなど）については，関係省庁に情報提供依頼を回している状況である。
 - 吸入摂取の評価においては，屋内外における放射性物質濃度の差異を考慮する必要があるとの意見があった。屋内滞在による線量低減効果は外部被ばく線量評価では考慮されているものの，内部被ばく線量評価での観点からは十分な情報が得られておらず，引き続き調査を行うこととした。
 - 経口摂取については，事故初期に得られた実測データが限られていること，避難時において通常とは異なる食生活，各食品カテゴリーの摂取量の評価が困難であること等の状況により，初期内部被ばく線量の推計が困難であり，ある仮定に基づいて推計を行ったとしても大きな不確かさを伴うと予想される。ただし，地域によっては，飲食物の流通が途絶えていたために，露地野菜を経口摂取することも可能性としてはある。こうした場合についても，線量評価の仮定には含めるべ

きという意見が出された。また、経口摂取の対象としては、葉菜、牛乳（事故初期は原乳の濃度データしかない）、及び飲料水に限定することが提案された。

- 第2回国際シンポジウムの開催予定についてアナウンスがあった。

3. 第3回会合

① 開催日時：平成25年1月8日（火） 14:05～16:55

② 場所：都内某所

③ 主な議題、意見等

- 第2回国際シンポジウムの日程、プログラム等についてアナウンスがあった。シンポジウムの案内については、学会メーリングリスト等を使って行うこととした。
- 本事業の再委託分として日本原子力機構が担当した大気拡散シミュレーションについて、シンポジウムでの発表内容（案）の紹介がなされた。主な発表項目は、初期内部被ばく線量推計に用いる大気中放射性核種の時系列濃度マップの整備状況、ソースタームや放射性核種の地表沈着に関するパラメータを変数とする感度解析、実測値の再現性についてであった。
- 今年度実施した初期内部被ばく線量の推計結果について、シンポジウムでの発表内容（案）の紹介がなされた。
- シンポジウムの発表内容について、環境省を通じて、福島県及び県内の主要自治体に説明を行うことになった。

B.2 検討委員会の会合記録

1. 第1回拡散シミュレーション検討委員会

① 開催日時：平成24年8月28日（火） 14:00～17:00

② 場所：放射線医学総合研究所

③ 主な議題、意見等

- 放射性核種の大気拡散シミュレーションは、実測データが十分に得られていない福島原発事故において、初期内部被ばくの線量再構築の有力な手法の一つであり、更なる精度向上が必要である。
- 大気拡散シミュレーションについては、日本原子力研究開発機構が本事業の再委託元として担当することとなった。
- 日本原子力研究開発機構が開発したWSPEEDIは、チェルノブイリ事故及びその他のベンチマーク実験等において十分精度が検証されたシステムではあるが、ソースタームの不確かさが大きく、シミュレーションに反映すべき実測データの更新が必要である。さらに、計算精度を定量的に示すことも重要である。

2. 第2回拡散シミュレーション検討委員会

① 開催日時：平成24年10月12日（金） 14:00～17:00

② 場所：都内某所

③ 主な議題、意見等

- 拡散シミュレーションの精度検証の一法としては、モデル間の相互比較を行うことが有効であるとの意見が出され、計画することになった。ソースターム、計算条件等については、後に参加者に連絡することとなった。
- 拡散シミュレーションの計算結果を用いた福島県各地の内部被ばく線量の試算値を紹介した。ただし、この試算値は屋外滞在し続けた場合を想定しており、移動

や屋内滞在時間などを考慮すべきであり、そのためには行動情報を利用することが必要である。

3. 第3回拡散シミュレーション検討委員会

- ① 開催日時：平成24年12月7日（金） 14:00～17:10
- ② 場所：都内某所
- ③ 主な議題，意見等
 - 再委託成果として，日本原子力研究開発機構から放射性核種の時系列濃度マップの整備状況について報告された。 ^{131}I ， ^{137}Cs の他， ^{133}I 及び ^{132}Te の濃度マップが追加された。また，期間毎に区切ったソースタームから得られた計算結果を重ね合わせるにより，放出率変化を考慮した拡散シミュレーションの結果が迅速に得られるようにした。
 - WBCからの甲状腺線量の評価を行う上で重要となるヨウ素/セシウム比について大気拡散シミュレーションの結果を用いることについては，現時点では難しいとの意見が出された。

4. 第4回拡散シミュレーション検討委員会

- ① 開催日時：平成25年2月26日（火） 14:00～17:10
- ② 場所：都内某所
- ③ 主な議題，意見等
 - 拡散シミュレーションの不確実性に関する定義を明確にするとともに，放射性核種の大気中での洗浄係数に関するパラメータ調整については理由や根拠を示す必要がある。
 - 大気拡散シミュレーションのモデル間相互比較の結果について報告があった。用いている気象場計算，拡散・沈着過程，放出高などの違いにより，それぞれのモデルから得られる放射性核種の大気中濃度マップにも差異を生じるようである（B-2. 別添資料）。

5. 第1回線量評価／第1回経口摂取検討委員会（合同開催）

- ① 開催日時：平成24年8月6日（月） 14:00～17:00
- ② 場所：放射線医学総合研究所
- ③ 主な議題，意見等
 - 初期内部被ばく線量推計の方法について，拡散シミュレーションを軸として，個人計測値であるWBCの結果（体内セシウム量）と比較検証することが提案された。セシウムで拡散シミュレーションの精度が評価できれば，ヨウ素の精度も確保できる。
 - 線量推計を行う地理的範囲として，福島県の他，宮城県南部，栃木県北部，茨城北部を含めることとした。
 - ヨウ素の摂取量については，観測された空气中濃度に呼吸率を乗じて単純に得られるものではない。観測場所と当該者の滞在場所の違いによる摂取量の推定誤差はあるが，体内に取り込まれてからのヨウ素の甲状腺への移行割合，ヨウ素の粒子状/元素状割合などの因子についても，摂取量の評価に影響するので精査する必要がある。
 - モニタリング前の飲料水中の濃度については，放射性核種の地表沈着の時期を考慮して単純なモデルでまずは試算を行う。

6. 第2回経口摂取検討委員会

① 開催日時：平成 24 年 9 月 14 日（金） 14:00～16:45

② 場所：都内某所

③ 主な議題，意見等

- 経口摂取による内部被ばく線量の計算に用いる飲食物中の食品濃度は各自治体単位で実測値が得られているが，データ数は十分でない。地物の食品（露地野菜など）を経口し続けたという極端なケースは，可能性としては低いと考えられるものの，評価は必要であろうとの意見が出された。
- 厚生労働省の食品データ以外には，拡散シミュレーション等で得られた大気中放射性物質濃度と沈着速度から葉菜類の放射能濃度を推定できる可能性がある。
- 経口摂取による内部被ばく線量評価は，飲食物中濃と摂取量の積によって求まる。前者については飲食物の濃度データが基礎となるが，データが不十分であれば類推する以外に方法はない。公開されたデータの多くは検出限界未満がほとんどであり，飲食物の時系列濃度プロファイルの推定には大きな不確かさを伴う。個々の食品カテゴリー毎に評価するのではなく，食品全体の放射能濃度を導出して評価に用いることも考えられる。
- 評価の対象とする飲食物の品目については，収穫時期を考慮して選定する必要がある。葉菜類（ホウレンソウや山菜類）や小麦が該当するものと思われる。

7. 第 2 回線量評価／第 3 回経口摂取検討委員会（合同開催）

① 開催日時：平成 24 年 10 月 10 日（金） 14:00～17:00

② 場所：都内某所

③ 主な議題，意見等

- ^{131}I 以外の核種による内部被ばく線量の寄与について，論文等に示されたエアサンプリングの結果から評価を行った。保安院公表の放出量データに基づけば， ^{131}I の線量寄与は全体の 8 割程度， ^{132}Te が 1 割程度， ^{133}I が 5%程度であった。日本原子力研究開発機構で得られたエアサンプリングの結果に基づけば， ^{131}I の線量寄与はこれより高い。核種毎の線量寄与の傾向は，吸入摂取と経口摂取，評価対象年齢によって顕著な違いはない。
- 大気拡散シミュレーションに基づく内部被ばく線量評価（吸入のみ）は，個人計測と比較してオーダーとしては一致しているものの，高い傾向があるように見える。行動調査等に基づき，屋内滞在時における防護ファクター等を拡散シミュレーションによる評価に反映させる必要がある。
- 日本原子力研究開発機構で実施された福島県民の WBC 測定については，測定精度は確保されているだろう。ただし，線量評価の仮定を保守的（2011 年 3 月 12 日の一括摂取）としているので，行動調査に基づき適切に設定する必要がある。
- WBC からの内部被ばく線量評価に用いるヨウ素／セシウム比については，セシウムの地表沈着が大きい北西については低く，南方向は比較的高い。このような分布を十分に検証する必要がある。
- 経口摂取に用いる飲食物の濃度プロファイルの導出にあたり，地域毎や食品毎に細分化するにはデータ数が十分ではない。データ数の比較的多い食品（例えば，ホウレンソウ）に代表させることも一法である。評価対象とする飲食物については，春に収穫される収穫物に特定するのが妥当である。飲料水については，水源にも留意する必要がある。

8. 第 4 回経口摂取検討委員会

① 開催日時：平成 24 年 10 月 25 日（木） 10:05～12:15

② 場所：都内某所

③ 主な議題, 意見等

- 現時点での経口摂取についての試算結果の報告があり, これに基づき具体的な検討を行った。
- 飲食物の対象品目として, 飲料水, 葉菜類及び牛乳(実際にモニタリングデータがあるのは原乳)に絞った。他の飲食物からの線量寄与は低いと考えられるが, その評価は必要であろう。
- 水源について, 井戸水と絞り水水源では濃度が大きく異なることが考えられる。個人の行動の把握が重要であろう。
- ホウレンソウと雑草の実効半減期を比較した結果, 地域によって両者が良く一致することも, かけ離れる結果となることもある。雑草は, 文科省による緊急時モニタリングの一環で行われており, 比較的データが多く取得されている。
- 飲食物の濃度データは3月20日以降に得られたものが大半であるため, それ以前の濃度を推定する必要がある。地表への放射性核種の沈着量が最も多かったのは3月15日と考えられ, 飲食物中濃度のピークも同日と予想される。3月15日以前は, 3月12日をゼロとして, 以降を直線的な濃度プロファイルを仮定することが提案された。
- 摂取量のデータについては, 暫定規制値の導出に用いられたデータや国民健康栄養調査等から引用できる。
- 各地域の飲食物濃度は, 飲食物濃度の積算値と地表面密度に相関があるものとして算出してはどうかとの意見が出された。
- 飲食物の摂取シナリオとして, ①3月12日から4月末まで摂取し続けた場合, ②3月17日までの摂取制限まで摂取した場合, ③3月21日までの出荷制限まで摂取し続けた場合を考えてはどうかと提案がなされた。

9. 第5回経口摂取検討委員会

① 開催日時:平成24年11月16日(金) 10:00~12:00

② 場所:都内某所

③ 主な議題, 意見等

- 原乳及びホウレンソウの摂取による線量について試算結果が報告された。線量は地域差が相当に大きい。濃度データについては, 同一日に多数得られている場合があるが, 例えば, 川俣町の原乳データでは大きくばらついている。
- 線量計算に用いる線量係数や飲食物摂取量については, 今回の評価のために, 特別な値を設定しない。例えば, ヨウ素の線量係数については, 日本人のヨウ素の甲状腺への移行率はICRP標準人より幾分小さいことが知られているが, その効果による線量係数の補正は今回行わない。

10. 第3回線量評価検討委員会

① 開催日時:平成24年11月19日(月) 14:00~17:00

② 場所:都内某所

③ 主な議題, 意見等

- 小児甲状腺スクリーニング検査からの線量評価について報告があった。今回の評価では, 摂取シナリオ及び放射線測定器の校正定数の見直しを反映している。
- 日本原子力研究開発機構の初動対応者の個人計測データから, ヨウ素/セシウム の摂取量比は平均して10倍程度であったが, 個人による差異が大きい。行動パターンと対比して結果を考察する必要がある。地表沈着からのヨウ素/セシウム比を推定する方法については, プルームの通過のタイミングを知る必要があり, 拡散シミュレーションの精度にも関係する。

- 日本原子力研究開発機構の WBC 検査では線量評価も併せて行っているが、摂取シナリオは 3 月 12 日の急性摂取としている（2012 年 2 月以降は経口による慢性摂取）。
- 外部被ばく線量推計の試算のために考えられた代表的行動パターン（全 18 パターン）に対する線量結果を報告した。
- 日本人の平均呼吸率については、ICRP 標準人よりも若干小さいことが情報として提供された。

11. 第 6 回経口摂取検討委員会

- ① 開催日時：平成 24 年 12 月 27 日（木） 10:00～12:05
- ② 場所：都内某所
- ③ 主な議題，意見等
 - 飲料水及び野菜類の経口摂取に伴う内部被ばく線量の計算結果について報告された。飲料水については浄水場毎，野菜類についてはハウレンソウを代表として選定し，市町村毎に評価を行った。飲料水，野菜類ともに，線量評価結果については，摂取期間の異なる摂取シナリオ間の差異は小さく，これは事故発生 1 週間に受ける線量が支配的であるためである。実測値の大半は 3 月 17 日，18 日からしか得られておらず，15 日の濃度の推定が重要である。
 - 水源については地下水と表層水がある。水源について現地調査を行うことが望ましい。

B.2 別添資料

東電福島第一原発事故における放射能大気拡散計算のモデル間相互比較 (第4回拡散シミュレーション検討委員会資料)

1. モデルの概要と比較方法

比較対象は表1に示す5個のモデルによるヨウ素131の地上大気中濃度(第1層濃度)の計算結果である。日本原子力研究開発機構(JAEA)のWSPEEDI-IIはLagrangian#1である。全てのモデルは、領域気象モデル(MM5 或いは WRF: 何れも広域の解析気象データを入力として、大気力学過程及び大気物理過程を計算し、風速、乱流、降水の3次元分布を時間発展的に解くモデル)と輸送モデル(気象モデルの計算結果を用いて対象物質の移流、拡散及び沈着を計算するモデル)の組み合わせにより構成されている。気象場計算の入力データは、モデル5が再解析データ JRA25を用いていることを除けば、他のモデルは気象庁のメソモデルによる数値予報データ(MSM)を用いている。水平格子間隔はモデル毎に異なり、3-6kmの範囲である。第1層の厚さは20mから100mと大きく異なる。

各モデルの水平格子構造は異なるため、各モデルの格子点での濃度計算値から、図1に示す東西18個、南北21個の20km×20kmのセルの平均濃度を計算し、比較に使用した。比較では、水平方向には複数点の計算値の平均値が用いられているためモデル間の水平位置の違いはほとんどない。一方、鉛直方向では第1層の生の値を用いており、その濃度計算値は地上から表に示す第1層の平均値であるため、モデル間で必ずしも同一の鉛直範囲での比較とはなっていない。

比較の対象期間は、2011年3月12日01 UTC(10 JST)から31日15 UTC(24 JST)である。比較では1時間毎の平均濃度を用いた。濃度計算に用いた放出率はJAEA推定のヨウ素131放出率である(Terada, et al., 2012)。放出高度はモデル毎に設定が異なり、施設でのイベントに応じて異なる放出高度を設定したモデル(1,4,5)と、期間を通して第1層内で均一に与えたモデル(2,3)がある。

比較は主に以下の項目について行った。

- ヨウ素131大気中濃度時系列(本報告では図1の地点A及びBのみ示す)
- 空間分布の類似性(本報告ではモデル1と他モデルの関係を示す)

➤ 空間分布の相関係数

$$R_{lm} = \frac{\sum_i (c_{l,i} - \bar{c}_l)(c_{m,i} - \bar{c}_m)}{\left(\sum_i (c_{l,i} - \bar{c}_l)^2 \sum_i (c_{m,i} - \bar{c}_m)^2 \right)^{1/2}}$$

ここで、

R_{lm} : モデル l の濃度計算値とモデル m の濃度計算値の相関係数

$c_{l,i}$: モデル l によるセル i の濃度計算値

\bar{c} : 対象領域内の平均値

➤ 空間分布の重複率 (FMS: Figure of Merit in Space)

$$FMS_{lm} = \frac{area(c_l > V \cap c_m > V)}{area(c_l > V \cup c_m > V)}$$

ここで,

FMS_{lm} : モデル l とモデル m の濃度分布の FMS

$area(L)$: 論理式 L を満たすセル面積の合計

V : 参照濃度 (本報告では 10 Bq/m^3)

表 1 比較対象のモデル

Model	Meteorological and dispersion models	Horiz. resolution	First layer depth
1	MM5(MSM)+Lagrangian#1	3 km	20 m
2	WRF(MSM)+Eulerian CTM#1	3 km	50 m
3	WRF(MSM)+Eulerian CTM#2	3 km	21 m
4	WRF(MSM)+Eulerian CTM#3	5 km	52 m
5	MM5(JR25)+Lagrangian#2	6 km	100 m

※ Lagrangian モデルの #1 及び 2 と, chemical transport model (CTM) の #1, 2 及び 3 はそれぞれ異なるモデルである。

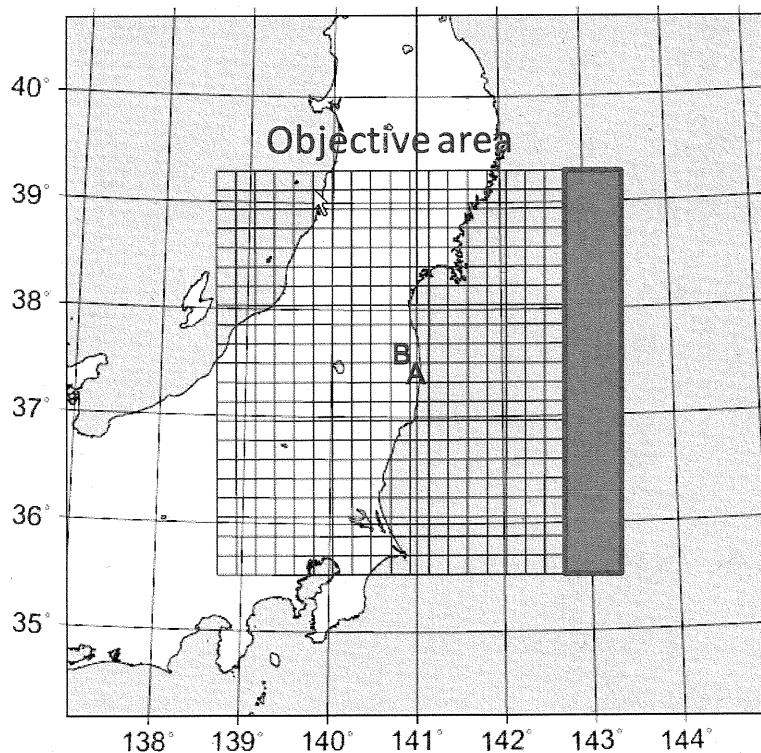


図 1 地上濃度を比較した水平範囲 (内側の枠内) と格子構造

2. ヨウ素 131 地上大気中濃度時系列の比較結果

地点 A (放出点を中心とするセル) 及び B (A の北西隣のセル) での地上濃度の時系列を図 2 に示す。比較結果は以下のとおりである。

1) 放出点近傍 (セル A) ではモデル 1 と他のモデルの計算結果は、15 日朝までの期間を除き、概ねファクター 2 程度の範囲で一致している。

2) 15 日朝までの地上濃度がモデル 1 で系統的に低い。

この差は主に Lagrange 型と Euler 型の差と、第 1 層の層厚の差に起因すると考えられる。Euler 型では、放出点において格子点に放出率に相当する濃度値を与える必要があり、第 1 層内での放出を設定すると、即座に第 1 層濃度が放出率に応じた値となる。一方、Lagrange 型では、上空放出 (ベントによるスタック放出や水素爆発による上昇を伴う放出) を設定した場合、鉛直拡散により仮想粒子が第 1 層に達するまでは低い地上濃度が計算される。これは、高所放出での放出点の直下で濃度が低いという近距離拡散の特徴に対応したものであり、一般論としては現実に近い計算結果であると考えることができる (実際にどうであったかは、実測がないために確証をもって結論することはできない)。また、Lagrange 型でも濃度評価のための層厚が厚い場合 (モデル 5) は、地上濃度がモデル 1 に比べてやや高めに計算されている。モデル 1 では、15 日午前以降は地上 20m での放出が設定されており、それ以降はこの要因による差は顕著にみられない。

3) セル A では 18 日から 26 日にかけて夜間に高濃度となる周期的な変動が何れのモデルでも計算されており、極大値はモデル間で違いが大きい。

夜間の高濃度は大気の安定成層による鉛直拡散の抑制によるものと考えられ、定性的には全てのモデルで一致した傾向が計算されている。極大値で差が顕著になるのは主に第 1 層厚の違いによるものと考えられ、厚いモデルが相対的に濃度計算値が低い傾向にある。また、気象モデルに組み込まれた乱流モデルの違いも影響を与えている可能性があり、この点については気象場を含めた詳細な検討を待たなければならない。

4) セル B で 12 日及び 15 日を除けば、プルーム影響の日時及びその時の濃度値は概ね一致している。

この結果は、概ね全てのモデルが類似した風速場を計算していることを示しており、JAEA の解析により JAEA の結果 (モデル 1) が実測の線量率と概ね一致していることから (Katata, et al., 2012), 全てのモデルでも同様の良好な結果が得られていることが期待される。一方、一部のモデルにのみ見られるピークや、ピーク値がモデル間で異なること等は、プルーム位置がモデル間で異なることや、拡散過程の計算にモデル間の差があることを示している可能性が高く、放出点からの遠隔地の濃度については、詳細なモデル間比較及び実測との比較が今後必要である。

5) セル B で 12 日及び 15 日でモデル 1 の濃度計算値が高い。

この差の原因としては、Lagrange 型が持つシャープな濃度空間分布 (水平空間分解能が高い場合にプルーム位置が明瞭に計算され、水平濃度勾配が Euler 型に比べて強く出るという一般的な特徴)、上記 2) の放出高度及び鉛直格子構造の設定の違い、気象場計算での 4 次元同化の有無及び方法の違い等の要因が考えられる。この要因についても、今後詳細な検討が必要であるが、JAEA の解析では、12 日及び 15 日に生じたと考えられる沈着分布の実測値との整合性に関する検討と組み合わせることで試行錯誤的に FDDA の適用が試みられており、概ね良好なモデル-実測間の整合性が示されている (Katata, et al., 2012)。ただし、実測の大気中濃度がほとんど得られていないために、実測に基づく検討は不十分な状況である。

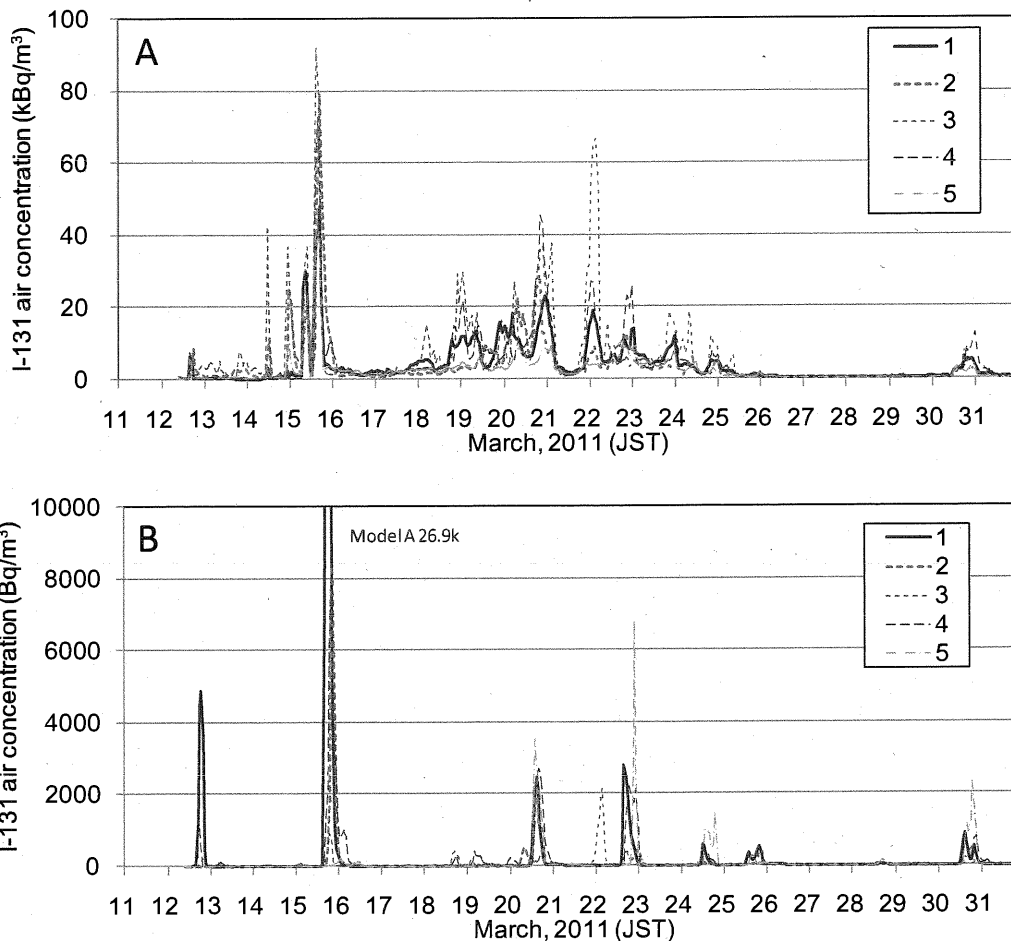


図2 セルA及びB(図1)での第1層大気中ヨウ素131濃度計算値の比較

3. 空間分布の類似性の検討結果(相関係数)

空間分布のモデル間相関係数の対象期間内(2012年3月12-31日)の平均値を表2に、各時刻での値を図3に示す。主要な特徴は以下のとおりである。

1) モデル間の相関係数は0.8程度である。

この結果は、プルーム位置については全てのモデル間で概ね良好に一致した結果が得られていることを示しており、上述の(2)4)の結果と整合したものである。ただし、この結果は20km四方の大きなセルについての統計量であり、その程度の分解能であれば、どのモデルもプルーム位置については大差ない計算結果を得ているものの、モデル本来の格子間隔程度で比較した場合は、より低い値となると考えられる。比較で用いる格子間隔が相関係数の振る舞いに与える影響の検討により、プルーム位置についての計算結果の不確かさを示す定量的指標が得られるものと考えられるが、今後の課題である。

2) モデル1は12日午後から14日午前まで他のモデルとの相関が悪く、15日にも相関の悪い時間帯が複数存在する。

この期間は前述のとおりLagrangeモデルによる高所放出の特徴が現れている期間である事に加えて、気象モデルでのFDDAの影響、その結果としてのプルーム位置の他モデルとの差、空間分布のシャープさの差等の要因が影響していると考えられ、相関係数が低いからといって一概に信頼

性が低い計算結果であるとは言えない。ただし、今後その要因を特定し、計算結果の信頼性評価により確実な結論を与える必要がある。

3) モデル 5 は 15-31 日に他のモデルとの相関が悪い。

この特徴は、前述の(2) 2)及び 3)で述べた要因が影響していると考えられ、特に第 1 層厚が厚いことによる夜間の濃度極大値の過小評価が強く影響している可能性が高い。また、このモデルのみ入力気象データとして異なるデータを用いており、プルーム位置が系統的に多少異なっている可能性も考えられる。

表 2 空間分布のモデル間相関係数の対象期間内の平均

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5
Model 1	1.000	0.765	0.810	0.840	0.735
Model 2		1.000	0.834	0.791	0.735
Model 3			1.000	0.767	0.718
Model 4				1.000	0.728
Model 5					1.000

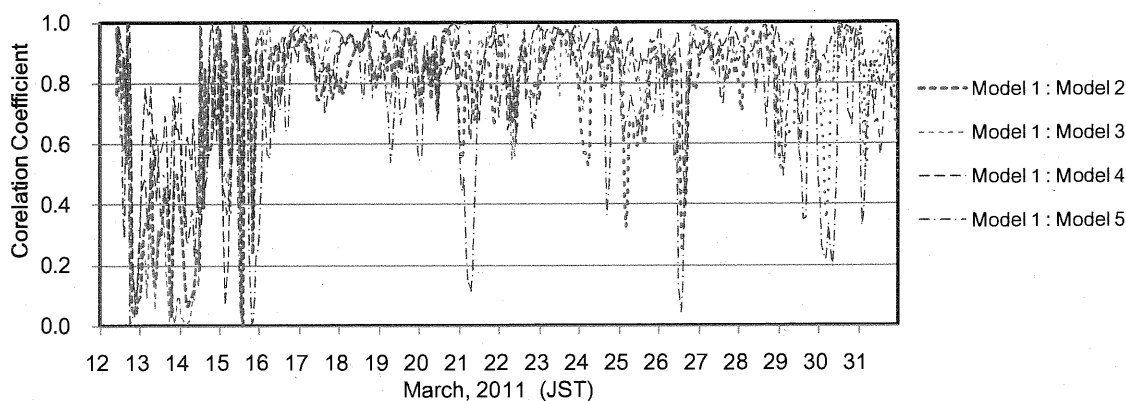


図 3 空間分布に関するモデル間相関係数の時系列

4. 空間分布の類似性の検討結果 (FMS)

計算されたプルームの空間分布の重なりを度表す FMS の対象期間内 (2012 年 3 月 12-31 日) の平均値を表 3 に、各時刻での値を図 4 に示す。参照値として 10Bq/m^3 を用いたことから、比較的低濃度までの広がりを対象とした比較となっている。主要な特徴は以下のとおりである。

1) 期間平均の FMS は概ね 0.3-0.4 の範囲である。

定義より、FMS の値が $1/3$ 及び $1/2$ は、それぞれプルームの水平範囲の $1/2$ 及び $2/3$ が一致している場合に相当する。従って、この結果は、各時刻 (1 時間毎) で各モデルのプルーム広がり範囲の約半分が一致していることを示している。計算結果には時刻的なずれも生じることから、時間積分濃度或いはより長時間の平均濃度の分布は、上記の FMS 値より高い一致度を持つものと考えられる。濃度計算結果の使用目的によっては、そのような時間的に縮約した計算値について評価するのが適切であろうと考えられるが、純粋なモデル評価の観点からは、今回の 1 時間値の結果についてより詳細な分析が必要である。

2) 全体としてモデル 4 が他のモデルとの分布の類似性が高い。

この要因については未分析である。

3) 13 日、15 日夜-16 日午前、21-23 日、25-26 日に FMS が低い傾向にある。

上述の各指摘事項に対応して、それぞれの期間で異なる要因が考えられるが、特に、13日を除けば何れも降水が有り湿性沈着の寄与が大きい期間に対応する。沈着過程のモデルでの扱いの差によりプルーム濃度に違いが生じている可能性が指摘されることから、これらの期間については、移流拡散過程の検討に加えて、降水分布の再現性及び沈着過程のモデル化について検討が必要である。少なくともこの期間については、他の期間に比べて大気中濃度計算結果の信頼性が相対的に低いと考えられる。

表3 FMSの対象期間内の平均(参照濃度: 10 Bq/m³)

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5
Model 1	1.000	0.315	0.298	0.439	0.332
Model 2		1.000	0.262	0.456	0.399
Model 3			1.000	0.292	0.265
Model 4				1.000	0.421
Model 5					1.000

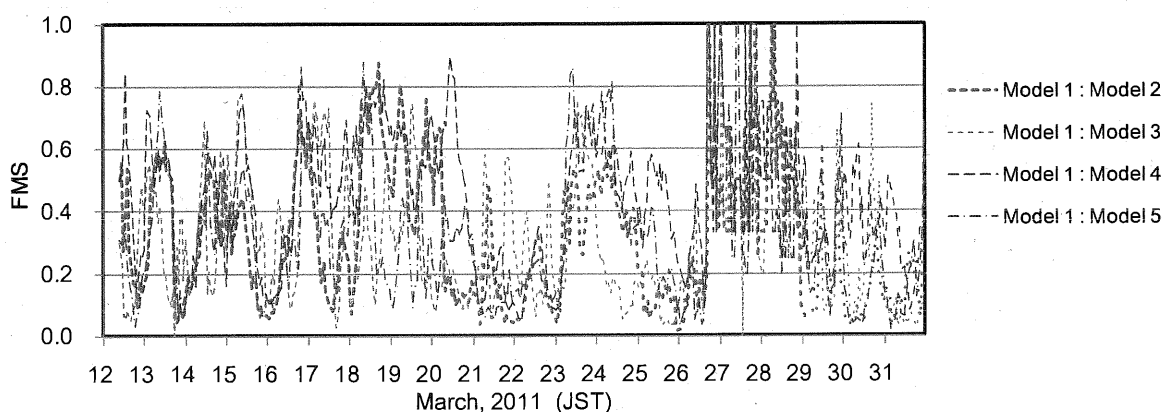


図4 FMSの時系列

注) 3月26-29日に大きく値が変動しているが、この期間は放出率が小さく、計算濃度が参照値を超えるセルが少ないことにより統計的に意味のあるFMSが計算されていない。

5. 時間積分濃度の空間分布の類似性

対象期間内(2012年3月12-31日)の時間積分濃度の空間分布について、相関係数とFMS(参照濃度: 30000 Bq h/m³)を求めた結果を表4及び5に示す。何れの指標も、毎時の空間分布について求めた前述の結果より顕著に良いモデル間の空間分布の一致度を示している。

1) 相関係数は何れのモデルの組み合わせでも0.95以上であり、モデル1は他のモデルと0.97以上である。

2) FMSはモデル3との組み合わせを除くと0.5以上である。モデル1と他のモデルとの比較では、FMSは概ね0.4-0.7である。

相関係数が0.95以上と高いのに対して、FMSが0.5程度あるいはそれよりも低い値を示すのは、濃度の相対的な高低の空間分布はモデル間でかなり良く一致しているものの、濃度の絶対値が必ずしもモデル間で一致していないことを示している可能性が高い。

表 4 対象期間内時間積分濃度の空間分布のモデル間相関係数

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5
Model 1	1.000	0.983	0.990	0.982	0.973
Model 2		1.000	0.971	0.996	0.975
Model 3			1.000	0.965	0.952
Model 4				1.000	0.982
Model 5					1.000

表 5 対象期間内時間積分濃度の空間分布の FMS (参照濃度 : 30000 Bq h/m³)

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5
Model 1	1.000	0.684	0.429	0.560	0.542
Model 2		1.000	0.333	0.654	0.577
Model 3			1.000	0.240	0.261
Model 4				1.000	0.548
Model 5					1.000

6. まとめ

国内において研究目的で使用されている先端的な大気輸送モデルの内の5個のモデルを対象として、福島事故起源の地上大気中 I-131 濃度の東日本での計算結果の相互比較を行った。地上濃度の時系列及び空間分布の一致度は、現時点では、濃度を常にファクター2以内での一致を得ることは困難で、極めて高いとは言えない。しかし、放出点近傍では地上濃度が概ねファクター2の範囲内で予測されており、またプルームの水平的な広がり毎時の分布での比較といった厳しい見方でも1/2程度の重複度が得られており、プルーム位置は概ね合理的に一致していることが示された。線量評価を目的として拡散計算を用いる場合は、時間積分濃度が重要となるが、そのような場合は本報告に示された結果に比較してより良い一致度が得られるものと考えられる。

一方、風速場の差から生じるプルーム位置の違い、乱流場の差から生じる鉛直拡散の違い、降水計算結果や沈着プロセスモデルの違いから生じる大気中濃度の差等、モデル間の本質的な差異があることが指摘され、詳細は今後検討が必要である。また、対象とした現象が、放出点高度が変動している可能性のある点状放出源からの移流・拡散であることから、地上濃度の計算では鉛直格子構造や放出のモデルでの取り扱いといった計算技術的な課題も指摘された。この技術的な課題は、単に地上濃度値への影響にとどまらず、風向・風速の鉛直シアーがある場合は、モデル内での鉛直分布の再現のされ方がその後の移流・拡散の様態の本質に影響を与える可能性も有り、今後慎重な検討が必要である。これらの詳細な検討のためには、モデル間の相互比較のみならず、実測との突き合わせが重要である。事故時に得られた試料等の今後の分析により、大気中濃度に関する新たな測定結果が得られることに期待したい。

C. 環境モニタリングデータ集

本付録では、初期内部被ばく線量推計に有用と思われる環境モニタリングデータ（空間線量率、大気中放射性物質濃度、土壌中放射性物質濃度、飲料水中濃度）の内、福島県内で得られたものを主体に収録した。