

ソースタームの評価と 大気拡散シミュレーション

永井晴康、都築克紀、寺田宏明、古野朗子、堅田元喜、太田雅和、朱里秀作
原子力基礎工学研究センター環境動態研究グループ

概要

東京電力福島第一原子力発電所（1F）の事故時に放出された放射性物質による住民の被ばく線量について、現時点では実測に基づく評価が困難な事故初期段階における被ばく線量を詳細に評価するための研究を実施する。本研究項目においては、平成24年度に暫定的に整備した「大気拡散シミュレーションによる時系列大気中放射性物質濃度マップ」（参考文献1～3）について、放出源情報の精緻化及び大気拡散シミュレーションの高精度化により、**放射性物質大気濃度・沈着量の時間空間分布データベース**を再構築し住民の行動パターンや移行モデルと組み合わせた推計に活用する。

本研究は、環境省の平成26年度原子力災害影響調査等事業（放射線の健康影響に係る研究調査事業）のうち、事故後の住民の被ばく線量の包括的な把握に関する研究「東京電力福島第一原子力発電事故における住民の線量評価に関する包括研究」の分担研究として、「国内の大学及び研究機関が連携した体制（図1）」により実施する。本研究では、「土壌中I-129の分析によるI-131土壌沈着量等の推計」（学習院大）及び「事故初期の被ばく線量再構築及び体表面スクリーニング検査結果からの甲状腺被ばく線量推計」（国福大・県立医大）で検討されるI-131モニタリングデータ等の結果を参考にする。また、本研究で得られる**放射性物質大気濃度・沈着量の時間空間分布データベース**は、「事故初期段階における住民の被ばく線量再構築に関する研究」（放医研・県立医大）及び「事故初期の被ばく線量再構築及び体表面スクリーニング検査結果からの甲状腺被ばく線量推計」（国福大・県立医大）の線量評価に利用される。

目的

1F事故時に放出された放射性物質による住民の被ばく線量の把握において、ヨウ素等の短半減期核種による事故初期段階における内部被ばく線量については、現時点では実測に基づく評価が困難である。また、外部被ばく線量についても、実測データがない地点でのブルーム通過時の直接線量と地表汚染からの線量の積算を評価することはできない。そこで、放射性物質の空間分布及び時間変化を再現可能な大気拡散シミュレーションを活用し、実測データと整合するように拡散状況を再現することにより、実測データを時間空間的に補完した線量推計が可能となる。本研究では、最新の知見を反映した大気拡散シミュレーションにより事故時の放射性物質の拡散状況を再構築し、線量推計に必要な**放射性物質大気濃度・沈着量の時間空間分布データベース**を構築することを目的とする。

研究計画・方法

本研究では、大気拡散シミュレーションにより事故時の放射性物質の拡散状況を再構築し、線量推計に必要な**放射性物質大気濃度・沈着量の時間空間分布データベース**を構築する。この目的を達成するために、具体的に以下の課題を実施する。

I 放出源情報の設定と不確実性の評価

大気拡散シミュレーションの入力条件として必須となる放出源情報について、短半減期核種を含む放射性核種を粒径や化学形態別に細分し大気拡散と被ばく評価への影響を考慮できるようにする。また、短時間間隔（1時間程度）で放出率時間推移を設定し、設定値の不確実性を評価する。

II 大気拡散シミュレーションの精度向上と計算手法の開発

大気拡散シミュレーションについて、最新の気象モデルとデータ同化手法を用いた気象場計算を実施するとともに、拡散モデルに化学形態を考慮した精緻な沈着過程を導入し、放射性物質の大気拡散及び沈着状況の再現性を向上する。また、他モデルとの相互比較により計算精度と不確実性の評価を行う。さらに、任意の放出源情報に基づく大気拡散シミュレーション結果を効率的に作成可能な**データベース計算手法**（図2）を開発する。

III 放射性物質大気濃度・沈着量の時間空間分布データベースの構築

IIで開発した計算手法に基づき、単位放出条件による大気濃度及び沈着量の時間空間分布データセットを作成し、任意の放出源情報を設定すると、即座にその条件に基づく放射性物質の大気濃度及び沈着量を評価可能なデータベース解析機能を開発する。これにより、これまでの大気中濃度分布に加えて、降水量、沈着量分布も含む、**放射性物質大気濃度・沈着量の時間空間分布データベース**を構築する。

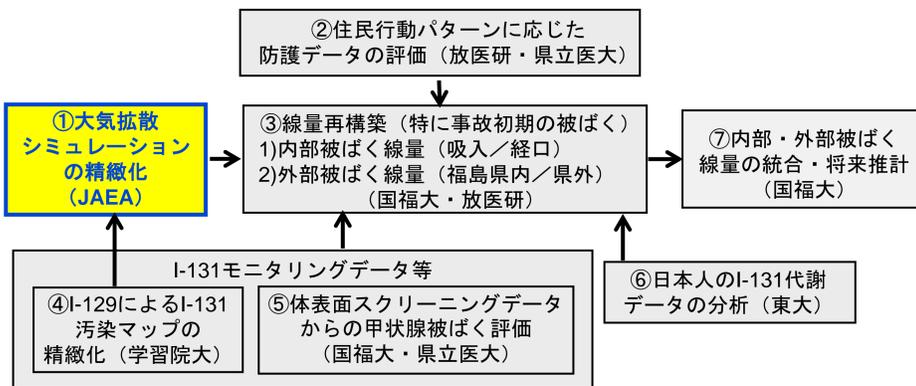
IV 放射性物質大気濃度・沈着量の時間空間分布データベースの改良

他の研究項目による新規データやデータベースを用いた被ばく線量評価研究からのフィードバックを反映させることにより、放出源情報及び拡散計算を最適化し、データベースを完成する。

期待される効果

放射性物質大気濃度・沈着量の時間空間分布データベースと他の研究項目で実施する住民の行動パターン及び陸上の核種移行モデルを組み合わせることで、実態に近い被ばく線量評価が可能となる。また、事故による環境影響の把握と将来予測にも有効な基礎・基盤的な技術及び知見としての活用が期待される。

環境省平成26年度原子力災害影響調査等事業 「東京電力福島第一原子力発電事故における住民の線量評価に関する包括研究」



研究項目名との対応	ソースタームの評価と大気拡散シミュレーション (JAEA)	①
事故初期段階における住民の被ばく線量再構築に関する研究 (放医研・県立医大)		②③
土壌中I-129の分析によるI-131土壌沈着量等の推計 (学習院大)		④
放射性ヨウ素の血中動態並びに甲状腺集積率の予測に関する研究 (東大)		⑥
事故初期の被ばく線量再構築及び体表面スクリーニング検査結果からの甲状腺被ばく線量推計 (国福大・県立医大)		③⑤⑦⑧

図1 環境省受託事業の研究実施体制

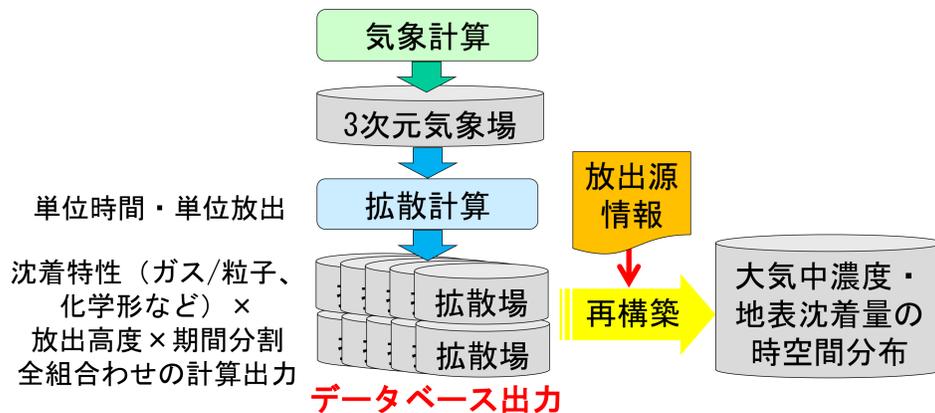


図2 データベース計算手法

これまでの実績と今後の計画

昨年度までに実施した調査及び開発は以下である（参考文献4）。

- 1) 放出源情報について文献調査を行った。UNSCEAR 2013レポート以降の進展としては、JAEAの放出源再推定結果がサイト周辺のモニタリングポストデータやI-131及びCs-137沈着量分布を良好に再現しており、有効と考えられる。
 - 2) 最新の気象モデルWRFと高度な手法である4次元変分法によるデータ同化計算が可能なWRF-DAを導入し、気象データ同化解析システムを構築した。また、拡散モデルに化学形態を考慮した精緻な沈着過程を導入し、放射性物質の大気拡散及び沈着状況の再現性を向上する改良を行った。
 - 3) 大気拡散シミュレーションの実行とデータベースを構築するための、専用計算環境を整備し、大規模計算とデータベース構築を可能とした。
 - 4) 放出源情報及び計算結果の精度検証・誤差評価用の各種実測データ（環境省のSPM捕集用紙に付着した放射性核種分析による大気中の放射性核種濃度の多地点・連続データ等）の収集と整理を行った。
- 今年度は、改良モデル及び最新の放出源情報による大気拡散シミュレーションを実行し、各種実測データとの比較により再現性の評価を行う。また、放射性物質大気濃度・沈着量の時間空間分布データベースの基本版を構築する。

参考文献

1. H. Nagai, G. Katata, M. Ota, T. Ina, T. Kakefuda, A. Endo: Reconstruction of the spatiotemporal distribution of radioactive materials discharged from the Fukushima Dai-ichi nuclear power plant by atmospheric dispersion simulations, 2nd NIRS symposium on reconstruction of early internal dose due to the TEPCO Fukushima Daiichi Nuclear Power Station accident, Tokyo, Japan, January 27 (2013)
2. 永井晴康, 堅田元喜, 太田雅和, 伊奈拓也, 掛札豊和, 遠藤章: 福島第一原発事故における拡散シミュレーション, 日本原子力学会2013年春の年会, 東大阪 (2013)
3. 永井晴康; 被ばく線量評価のための大気拡散シミュレーション: 福島第一原子力発電所事故初期段階における大気中放射性物質濃度分布の再構築, 日本原子力学会誌, Vol.55, p.712-717 (2013)
4. 永井晴康: 平成26年度環境省原子力災害影響調査等事業報告書、東京電力福島第一原子力発電事故における住民の線量評価に関する包括研究: ソースタームの評価と大気拡散シミュレーション (2015)