

原子力発電所事故時の放出量および再飛散量推定手法高度化に関する研究

研究代表者 加藤 信介 国立大学法人東京大学生産技術研究所
 参画機関 国立大学法人東京大学、三菱重工業株式会社
 研究開発期間 平成24年度～26年度

1. 研究開発の背景とねらい

本事業では、原子力発電所事故時の緊急時放射能影響予測のための、早期の放出量推定手法の実現を目指し、航空機および車両などによる4次元移動観測データを利用した放出量推定システムを開発するとともに、福島第一原子力発電所の事故では、事故後、長期間の被ばく評価が必要となったので、長期間にわたる線量評価システムを開発することを目的とする。

1. 1 全体計画

平成24年度から26年度の全体計画を、表1に示す。

表1 平成24年度から26年度の全体計画

研究課題	平成24年度 (基礎技術開発)	平成25年度 (技術検証)	平成26年度 (システム統合)
(1)放出量推定 手法開発(東大)	放出量推定手法構築 ←	放出量推定検証 (福島観測データ利用) ↑	システム統合試験 ↑
(2)移動観測データ 利用システム 開発(三菱重工)	システム構築 ←	風洞実験データ検証 → 野外実験データ検証 ←	統合システム開発 ↑
(3)再飛散評価 手法開発(東大)	観測データ解析 ←	長期被ばく評価手法検証	長期被ばく評価手法構築 ←
海外関連事項	米国NCAR他の協力 (放出量推定) ・海外調査(1月) ・LLNL講演会(2月) ・NCARセミナー(3月)	デンマーク工科大学 ほかの協力(放出量 推定および長期被ば く評価手法)	日米欧原子力防災 対策に関する協議

この研究計画は、研究実施機関である東大および三菱重工のほかに、研究協力機関として、国内外の研究機関および政府機関が協力する国際連携（米国：原子力規制委員会、ローレンスリバモア国立研究所、大気科学研究センター、ハーバード大学、デンマーク：RISO 研究所、PDC 社、ドイツ：ハンブルグ大学、英国：健康保護庁ほか）の下に、実施されている。また、この研究計画および結果については、東京大学が組織する研究運営委員会で有識者（原子力研究開発機構、海洋研究開発機構、名古屋大学、京都大学、電力中央研究所、原子力安全研究協会ほか）および電力社（関西電力、日本原子力発電ほか）によって、審議されている。

2. 研究開発成果

2. 1 放出量推定手法開発

本研究で開発する放出量推定手法は、単位放出量を仮定して、物理モデル（SPEEDI ほか）で計算した結果を観測結果（空間濃度、地表汚染量、空間線量率）と比較して、両者の差が最小となるように、放出量を補正する方法である。

平成24年度に開発した計算プログラムを用いて、平成25年度は、検証計算 (Verification & Validation) を、表2に示す各検証データについて、実施中である。

表2 放出量推定計算手法の検証計算計画

検証データ	出典	観測条件	目的
①拡散風洞実験データ	日本原電東海第二発電所 (安全審査用公開文献)	・気象条件一定 ・放出量一定 ・平坦地	・計算コードの 妥当性確認 (Verification)
②野外拡散実験データ	ベルギーMOL試験炉Ar41 野外拡散実験報告書	・気象時間変化 ・放出量一定 ・平坦地	・計算手法の物 理的妥当性確認 (Validation)
③福島事故 観測データ	現地観測データ ・固定点ガンマ線データ ・移動点ガンマ線データ ・固定点濃度データ	・気象時間変化 ・放出量時間変 化 ・広域拡散	実現象に対する 適用性確認

①拡散風洞実験データによる計算コードの妥当性確認 (Verification) では、気象条件（風向）の不確定性 (Uncertainty) 評価を含めて、表3に示すような結果が得られており、観測データの平均時間を1時間程度にすることで、放出量推定精度が向上することが分かった。

表3 東海第二風洞実験の放出量検証計算結果

目的	観測時間	伝達係数	観測値	放出量推定精度 (正解が100%)
①プログラム 妥当性確認 (Verification)	数分間	正規拡散式 計算値 (N風向)	風洞実験結果 (N風向)	97%
②風向変化に 起因する 不確定性確認	数分間	正規拡散式 計算値 (N風向)	風洞実験結果 (N風向+ 11.25°)	3%
③風向変化に 起因する 不確定性評価	1時間	正規拡散式 計算値 (N風向)	正規拡散式 計算値(N風向 +11.25°)*1	94%

(*1:東海第二は、平坦地であり、風向変化による濃度分布変化が小さいので、N風向の正規拡散式計算値を、11.25°だけ風向を変化させて、観測値として使用した。)

2. 2 観測データ利用システム開発

本研究では、移動観測データおよび固定点観測データについて、放出量推定計算手法を高度化するために、次のデータ処理システムを開発した。

(1) 移動観測データ利用システム

図1に示すように、航路上で離散的に観測される航空機観測データ（約20万個）を格子点データ（約1万個）に削減することにより、放出量計算に必要な伝達係数計算時間を1/20に削減することが可能となった。

a) 航空機観測データ

b) 格子点化データ

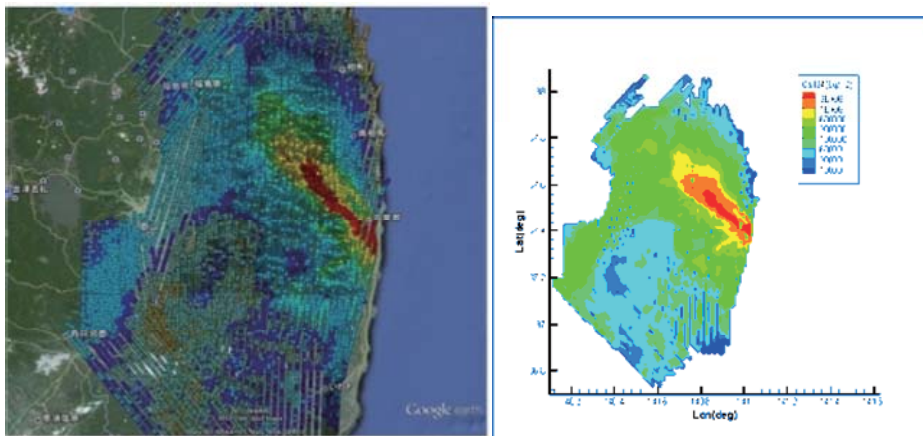


図1 航空機観測データを格子点化した結果

(2) 固定点観測データ利用システム

固定点の空間線量率観測データは、図2a)に示すように、地表沈着物質の寄与を含んでおり、放出量推定計算に必要なクラウド線量率だけを抽出する必要がある。このため、フィルター処理技術を利用して、空間線量率観測データを、地表沈着物質の寄与（グランド線量率）と空間拡散物質の寄与（クラウド線量率）に分離するシステムを開発した。

a) 空間線量率観測データ

b) クラウド線量率解析結果

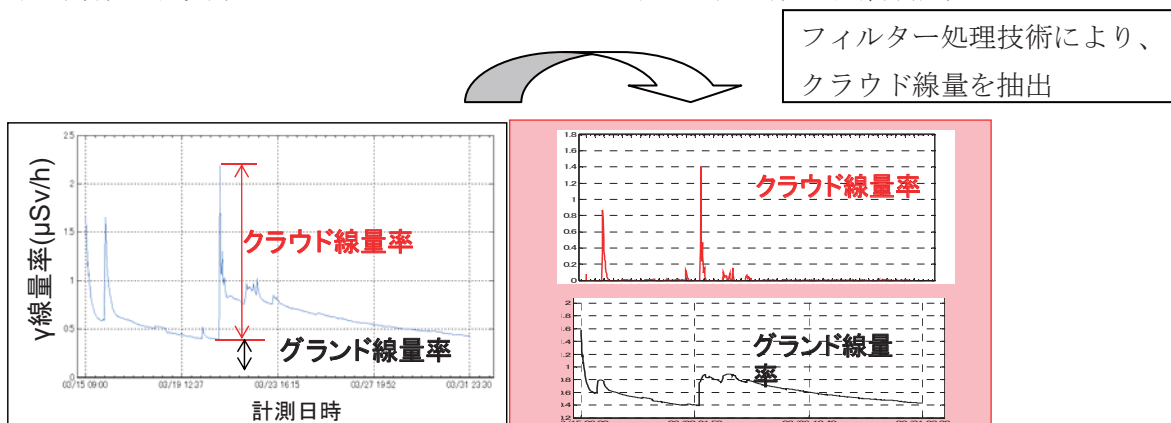


図2 空間線量率観測データからクラウド線量率を抽出した結果

2. 3 長期被ばく量評価手法開発

欧州 (EU) では、チェルノブイリ事故後、除染計画効率化のために、長期被ばく評価手法 (ERMIN コード) を開発しているため、このコードを、福島地域の長期被ばく評価が可能となるように、次の作業を行った。

(1) 福島地域における再飛散量解析

解析結果は、ERMIN コードの再飛散係数とほぼ同等 ($10^{-6} \sim 10^{-8} ; m^{-1}$) であることが確認された。

(2) 福島地域の国土地理院土地利用データおよび放射能汚染データの入力

ERMIN コードに、国土地理院土地利用データ (図 3 a)) および放射能汚染データ (図 3 b)) をインストールした。

a) 国土地理院土地利用データ

b) 放射能汚染データ

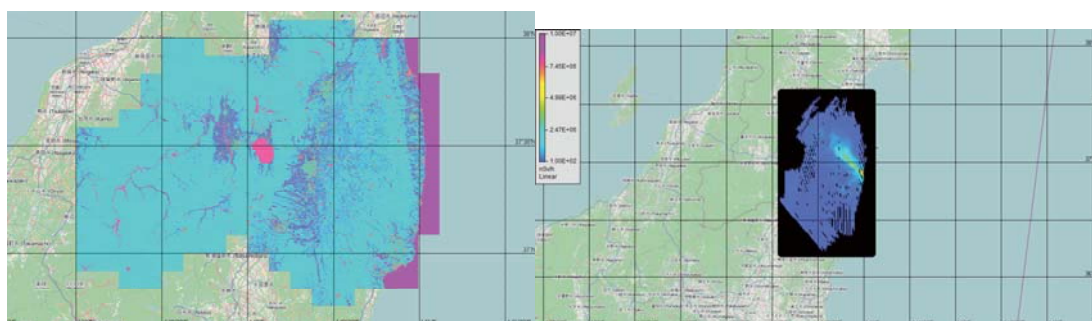


図 3 EU の長期被ばく評価コード (ERMIN) 計算のデータ入力結果

3. 今後の展望

平成 25 年度は、放出量推定手法および長期被ばく量評価手法の検証計算を行い、平成 26 年度 (最終年度) には、これらの手法を統合したシステムを開発し、その有効性を実証する試験を実施する。

なお、本研究では、W-SPEEDI もしくは WRF-CHEM などの拡散シミュレーション結果と観測値に基づき放出量推定を行うもので、放出量推定の精度は、拡散シミュレーション結果並びに観測値の精度に大きく依存するが、両者の精度の検討に関しては研究の範囲外である。ただし、拡散シミュレーションおよび観測値のバラツキや精度が与えられた場合は、放出量推定精度に対するこれらの影響を評価することが可能である。

4. 参考文献

- (1) Ohba, R., et al., "A Radiation Estimation Method for use in the Initial and Intermediate Stages of a Nuclear Accident" Proc. American Meteorological Annual Meeting, Atlanta, Feb., 2014 (to be submitted)
- (2) Ohba, R., et al. "A Source Term Estimation Method for a Nuclear Accident, using Atmospheric Dispersion Models" Proc. Computational Wind Engineering (CWE2014), Hamburg, June, 2014 (to be submitted)
- (3) 大場、加藤、樋山、市街地における有害ガスの大気拡散予測、日本風工学会誌、2013 年 10 月号