

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

(受託者) 国立大学法人東京大学

(研究代表者) 加藤信介 生産技術研究所

(再委託先) 三菱重工株式会社

(研究期間) 平成 24 年度～26 年度

1. 研究の背景とねらい

本研究では、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。

2. これまでの研究成果

主要な研究成果は、次のとおりである。

(1) 放出量推定手法開発

① 広域観測データと気象モデル (W-SPEEDI ほか) を用いた詳細解析手法のほかに、狭域観測データと正規拡散式 (風洞実験データ近似式) を用いた即応解析手法を開発した。(参考文献(1), (2)、図-1 参照)

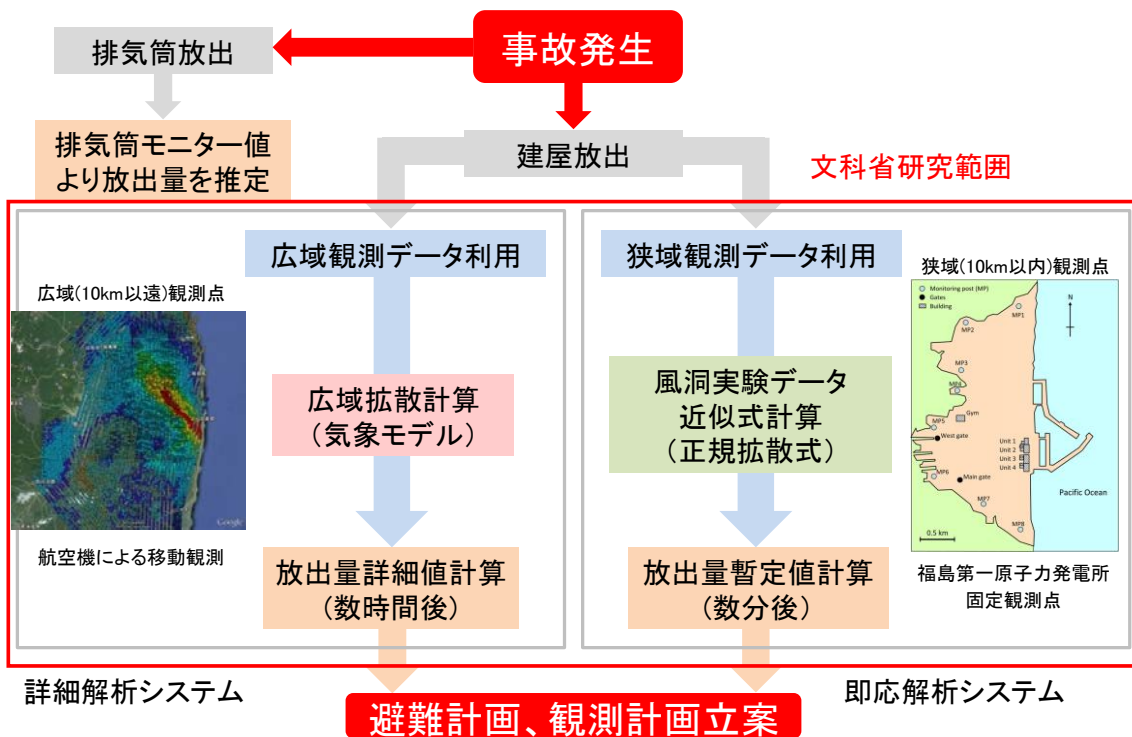


図 1. 本研究で開発した放出量推定手法の概要

② 即応および詳細解析手法については、福島事故観測データで放出量推定計算を行い、原子力研究開発機構などが公開済みの推定値 (10^{16} Bq/hr) とオーダが整合することを確認した。(図-2、表-1 参照)

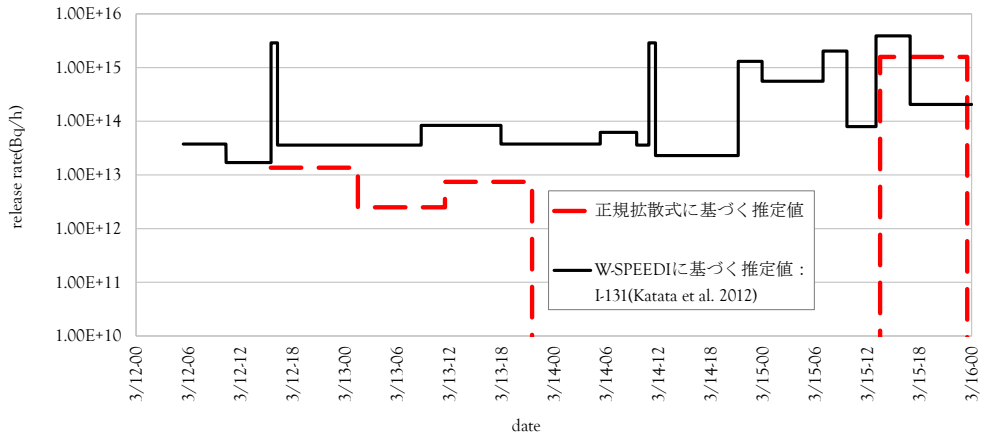


図-2 W-SPEEDI (参考文献(4)) および本研究 (即応解析手法) の放出量推定結果

表-1 WSPEEDI および WRF/CHEM の計算結果を用いた本研究 (詳細解析手法) の放出量推定結果

観測データ	観測地点	計算モデル	3/15 最大放出量推定値 (Bq/hr)
①濃度	東海村 (原子力機構)	WRF/CHEM	4.1×10^{14}
	東海村 (原子力機構)	WRF/CHEM	1.3×10^{13}
	東海村 (原子力機構)	WSPEEDI	9.5×10^{14}
②沈着量	東海村 (原子力機構)	WRF/CHEM	7.1×10^{17}

③即応解析手法については、東海第二および敦賀原子力発電所の風洞実験データで検証計算を行い、風向偏差および地形影響などに起因する不確定性を低減する対策を開発した。

(2) 移動観測データ利用システム開発

①移動観測および固定観測データを共通の入力形式で利用可能な「放出量推定統合システム」を開発した。(図-3 参照)

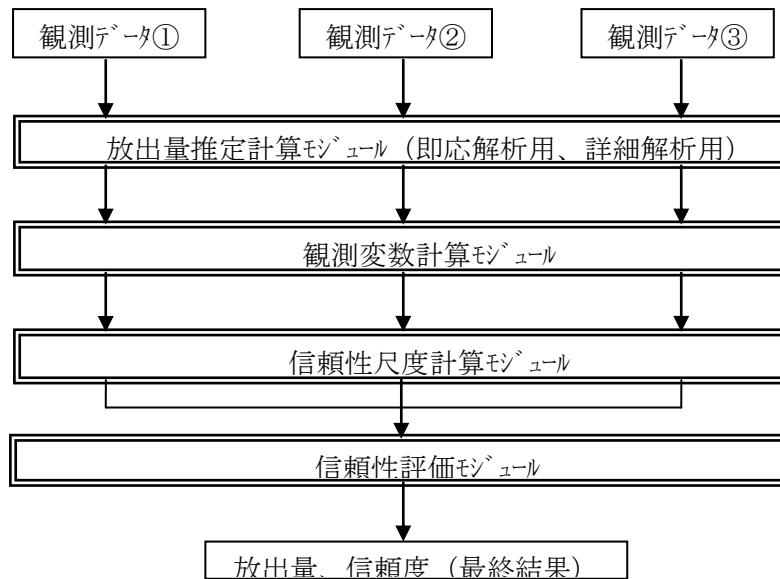


図-3 放出量推定統合システム構成 (3種類の観測データ使用の場合)

②固定観測データ（空間線量率）を空間からの寄与（ランド線量率）に、分離するフィルタリング処理
 a) 空間線量率観測データ

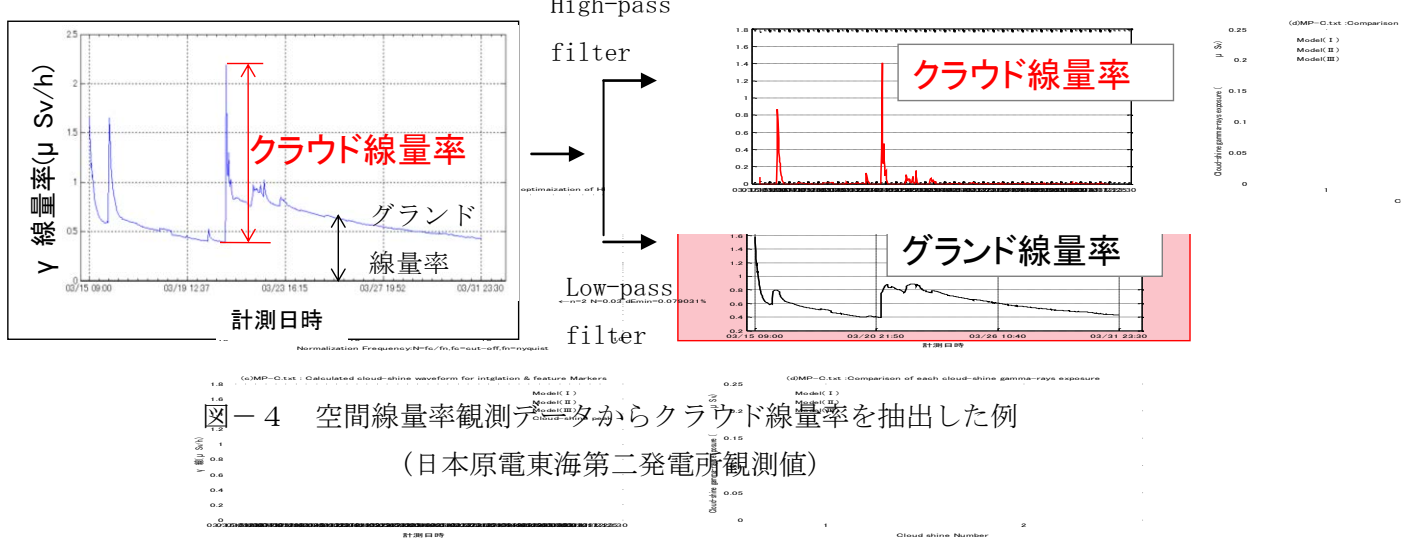


図-4 空間線量率観測データからクラウド線量率を抽出した例
 (日本原電東海第二発電所観測値)

(3) 再飛散評価手法開発

①福島事故の観測データから、再飛散係数を解析し、事故後約1ヶ月間については、既存の文献値 ($10^{-8} \sim 10^{-10}/m$) と同じオーダーであることを確認した。(参考文献(3)、図-5参照)

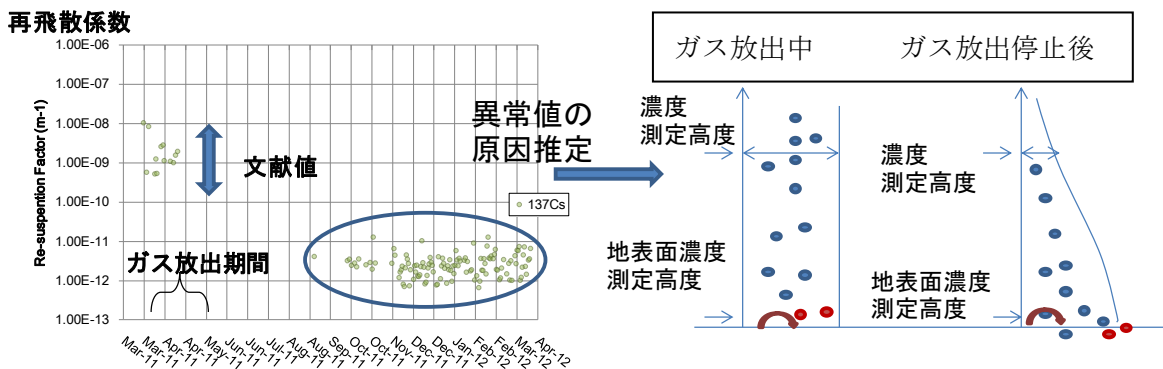


図-5 福島地域の再飛散係数の解析結果とその変動原因推定

②福島事故の観測データから、沈着速度を解析し、NUREG/CR-7161の推奨値(0.01~1.0cm/s)と同じオーダーであり、NUREG/CR-7161の推奨値が妥当な数値であることを確認した。(図-6参照)

a) 事故後1ヶ月以内 (2011, 3 以内)

b) 事故後1ヶ月以降 (2011, 4 以降)

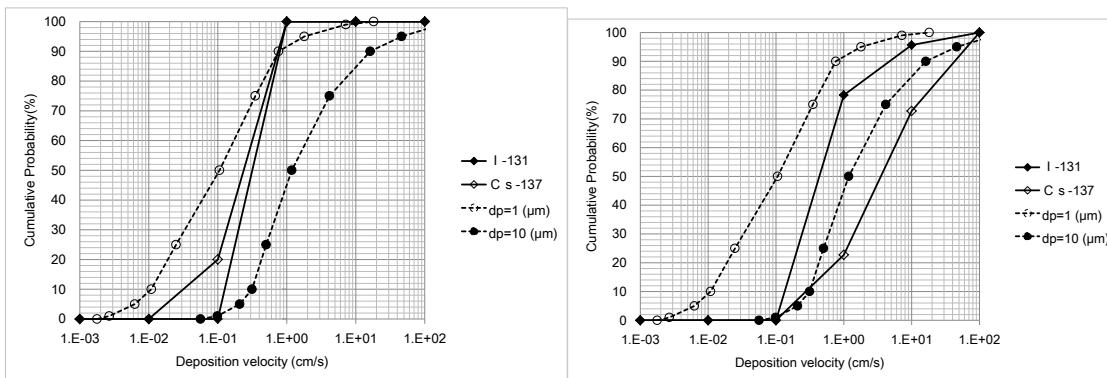


図-6 NUREG/CR-7161の沈着速度推奨値と東海村観測データの比較

③EU がチェルノブイリ事故後、開発した長期被ばく評価コード (ERMIN) で計算した結果 (空間線量率) は、福島周辺で観測された事故後 3 年間の観測データと、ほぼ整合することを確認した。(参考文献(3), (5), 図-7 参照)

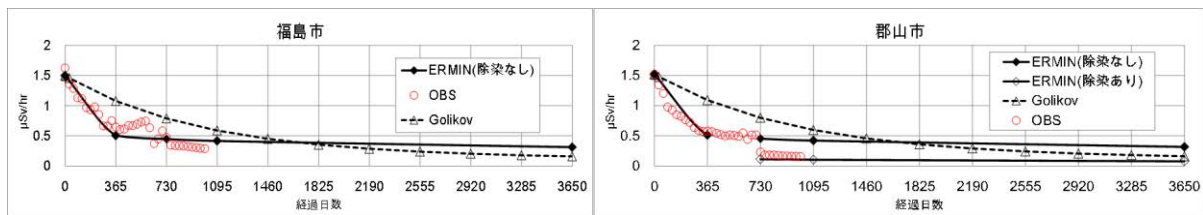


図-7 福島周辺の観測データと EU の長期被ばく評価コード (ERMIN) の比較

3. 今後の展望

本研究で開発した放出量推定統合システムは、既存の放出量推定手法よりも、高速度 (PC で数分間) かつ容易に計算が可能であり、今後、国内の原子力発電所において、実用的な放出量推定手法として適用が期待される。

また、本研究で検証した EU の長期被ばく評価モデル (ERMIN) は、福島地域の観測データと、ほぼ、整合しており、除染効果を考慮した長期被ばく評価に適用が可能である。

4. 参考文献

- (1) 金 敏植他、原子力発電所事故時の放射性物質放出量推定手法の開発、第 2 3 回風工学シンポジウム、2014
- (2) Kim, M., et al., A Source Term Estimation Method for a Nuclear Accident, using Atmospheric Dispersion Models, International Journal of Environmental Pollution (査読済み)
- (3) Kim, M., et al., Study on long-term radiation exposure analysis after the Fukushima Dai-ichi nuclear power plant accident: Validation of the EU long-term radiation exposure model (ERMIN), Journal of Nuclear Science and Technology, DOI: 10.1080/00223131.2015.1077170 (査読済み)
- (4) Katata, G., et al., Atmospheric discharge and dispersion of radionuclides during the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident. Part I: Source term estimation and local-scale atmospheric dispersion in early phase of the accident, Journal of Environmental Radioactivity, 109 (<http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvrad.2012.02.006>) 2012
- (5) T.W. Charnock et al., Description of the Modelling of Transfer and Dose Calculations within ERMIN, EURANOS (CAT2)-TN(05)-04; 2009