

## 11. まとめ

本報告書では、「平成 31 年度放射性物質測定調査委託費（東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の分布データの集約）事業」で得られた結果について報告した。

空間線量率に関しては走行サーベイ（80 km 圏内及び広域について 1 回ずつ）、定点サーベイ（80 km 圏内で 1 回）、歩行サーベイ（80 km 圏内で 1 回）、無人ヘリサーベイ（福島第一原発周辺で 1 回）を実施し、測定結果から空間線量率分布マップを作成するとともに空間線量率の経時変化を分析した。平成 30 年度との比較の結果、走行サーベイ及び歩行サーベイの測定結果については物理的半減期による理論値と概ね整合または理論値よりも変化がやや大きく、定点サーベイでは理論値よりも変化が小さい傾向にあった。

土壌における放射性セシウムの分布調査に関しては、スクレーパープレート法で採取（80 km 圏内で 1 回）した土壌試料の分析による土壌中深度分布調査及び可搬型 Ge 検出器を用いた in-situ 測定（80 km 圏内で 1 回）をそれぞれ実施した。深度分布調査の結果、令和元年度に得られた実効的な重量緩衝深度 $\beta_{eff}$ （幾何平均値）は、 $3.67 \text{ g/cm}^2$ であった。また、in-situ 測定の結果から土壌沈着量分布マップを作成した。測定したガンマ線スペクトルから天然放射性核種による空間線量率を評価した（平均値  $0.04 \mu\text{Sv/h}$ ）。

これまで蓄積した測定結果を基に空間線量率及び土壌沈着量の実効半減期を評価した。走行サーベイによる測定結果を基に実効半減期を評価した結果、速い成分は 0.53 年及び遅い成分は 3.6 年となった（いずれも 80 km 圏内を対象）。定点サーベイ及び歩行サーベイについては、速い成分の分析はできず、遅い成分は 2.6 年及び 2.8 年であった（同上）。また、in-situ 測定による土壌中放射性セシウムの沈着量については、セシウム 134 及びセシウム 137 の実効半減期はそれぞれ、1.7 年及び 28 年と求められた。

測定箇所的重要度分類のためのスコア化の検討においては、平成 30 年度に開発した「スコア」化手法を基に福島県及び 80 km 圏内でのスコアマップの作成を試みた。また、陸域における放射性物質モニタリングの在り方について検討し、モニタリング地点の代表性について提言した。

80 km 圏内全域を対象として、階層ベイズ統計手法を用いて、歩行サーベイ、走行サーベイ及び航空機サーベイにより取得した空間線量率分布データを統合し、平成 30 年度及び令和元年度について統合マップを作成した。避難指示区域内外のデータを分けて相関解析を行い、それぞれの結果を用いて統合を行うことにより、地上の細かな空間線量率分布を反映しつつ全体的な航空機サーベイの偏りを補正した統合マップを得た。また、解析対象を福島県全県に広げ、平成 29 年度、平成 30 年度及び令和元年度について統合空間線量率マップを作成した。

空間線量率等分布マップの作成と公開では、「放射線量等分布マップ拡大サイト」に令和元年度の測定結果を公開した。また、各種対策の基礎資料を提供するとともに分布マップシステムのログ解析からそれらの情報提供を定量的に示した。マップシステムの改善として、地図上で表示される英語を全面的に見直し、小縮尺から大縮尺のレベルに合わせた地名の英語表記及び外国人にわかりやすい地図記号の対応を行った。

総合モニタリング計画に基づく放射線モニタリング及び環境試料分析として、福島第一原発の 20 km 以遠において空間線量率、積算線量、大気浮遊じん中放射性物質濃度、並びに環境試料（土壌及

び松葉) 中放射性物質濃度を測定した。

本事業で取得した測定データ又は原子力規制庁や環境省が保有する測定データを当該分野の今後の調査等に活用するため、データを CSV (場合によっては Excel<sup>®</sup>、KMZ) の形式で保存した。これらのデータは原子力規制庁のホームページにて公開される。

令和元年度事業実施期間中、有識者からの助言を得るための検討会を 3 回開催した。各検討会の開催日時、出席者、議題等の概要を Appendix-3 に示す。

## 参考文献

- 1) 原子力規制庁, 放射性物資の分布状況等に関する調査,  
<http://radioactivity.nsr.go.jp/ja/list/338/list-1.html>.
- 2) 津田修一, 他, “走行サーベイシステム KURAMA-II を用いた測定の基盤整備と実測への適用”,  
JAEA-Technology 2013-037, (2013).
- 3) Y. Sanada and T. Torii, “Aerial radiation monitoring around the Fukushima Dai-ichi Nuclear  
Power Plant using an unmanned helicopter”, J. Environ. Radioact., 139, 294-299(2015).
- 4) Y. Sanada et al., “Radiation monitoring using an unmanned helicopter in the evacuation  
zone around the Fukushima Daiichi nuclear power plant”, Explor. Geophys., 45, 3-7(2014).
- 5) 眞田幸尚, 他, “原子力発電所事故後の無人ヘリコプターを用いた放射線測定”, JAEA-Research  
2013-049(2013).
- 6) Y. Sanada et al., “Temporal variation of dose rate distribution around the Fukushima Daiichi  
nuclear power station using unmanned helicopter”, Appl. Radiat. Isot., 118, 308-316(2016).
- 7) 眞田幸尚, 他, “平成 26 年度福島第一原子力発電所周辺における航空機モニタリング(受託研  
究)”, JAEA-Research 2015-006, (2015), <https://doi.org/10.11484/jaea-research-2015-006>.
- 8) 原子力規制庁,平成 27 年度放射性物質測定調査委託費 (東京電力株式会社福島第一原子力発電  
所事故に伴う放射性物質の分布データの集約) 事業成果報告書, 無人ヘリによる東京電力福島  
第一原子力発電所から 5km 圏内の空間線量率分布の測定 Appendix-1, 無人ヘリによる測定結  
果の高精度化のための  $\gamma$  線スペクトルから天然の放射性核種の影響を除去する方法の検討, pp.  
48-52, <https://radioactivity.nsr.go.jp/ja/contents/12000/11995/29/part1-3.pdf>.
- 9) Chernobyl forum expert group 'environment', “Environmental consequences of the  
Chernobyl accident and their remediation: twenty years of experience”, Report of the  
Chernobyl forum expert group 'environment', International Atomic Energy Agency (IAEA),  
Radiological assessment reports series, (2006).
- 10) ICRU, “Gamma-ray spectrometry in the environment”, International Commission on  
Radiation Units and measurements (ICRU) report: 53 (1994).
- 11) N. Matsuda, et al., “Depth profiles of radioactive cesium in soil using a scraper plate over a  
wide area surrounding the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant, Japan”, J. Environ.  
Radioact., 139, pp. 427-434(2015).
- 12) K. Saito and P. Jacob, “Fundamental data on environmental gamma-ray fields in the air due  
to source in the ground”, JAERI-Data/Code 98-001, (1998).
- 13) 原子力規制庁,平成 29 年度放射性物質測定調査委託費 (東京電力株式会社福島第一原子力発電  
所事故に伴う放射性物質の分布データの集約) 事業 成果報告書, 土壌中の放射性セシウムの深  
度分布調査, [https://radioactivity.nsr.go.jp/ja/contents/14000/13993/33/Part2-2\\_20181130.pdf](https://radioactivity.nsr.go.jp/ja/contents/14000/13993/33/Part2-2_20181130.pdf).
- 14) 原子力規制庁,平成 28 年度放射性物質測定調査委託費 (東京電力株式会社福島第一原子力発電  
所事故に伴う放射性物質の分布データの集約) 事業成果報告書,  
[https://radioactivity.nsr.go.jp/ja/contents/14000/13159/35/Part1-6\\_放射性セシウムの深度分](https://radioactivity.nsr.go.jp/ja/contents/14000/13159/35/Part1-6_放射性セシウムの深度分)

布調査.pdf.

- 15) 原子力規制委員会, “ゲルマニウム半導体検出器を用いた in-situ 測定法”, 放射能測定法シリーズ 33, (平成 29 年 3 月).
- 16) 斎藤公明, 遠藤章, “福島周辺における空間線量率の測定と評価 III 環境 Y 線の特徴と被ばく線量との関係”, RADIOISOTOPES, 63, 585-602(2014).
- 17) 福島県, 東京電力, 平成 22 年度原子力発電所周辺環境放射能測定結果報告書, <https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/42296.pdf>.
- 18) 安藤真樹, 他, “KURAMA-II を用いた走行サーベイ測定による東日本での天然放射性核種の空間線量率評価”, 日本原子力学会和文論文誌, 16, 63-80 (2017).
- 19) 原子力規制庁, 総合モニタリング計画, <http://radioactivity.nsr.go.jp/ja/list/204/list-1.html>.
- 20) H. M. Wainwright, et al., “A multiscale Bayesian data integration approach for mapping air dose rates around the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant”, J. Environ. Radioact., 167, 62-69 (2017).
- 21) 原子力規制庁, 平成 28 年度放射性物質測定調査委託費 (東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の分布データの集約) 事業成果報告書, <https://radioactivity.nsr.go.jp/ja/contents/14000/13159/36/空間線量率の統合評価.pdf>.
- 22) 宇宙航空研究開発機構, 高解像度土地利用土地被覆図, [https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/lulc/lulc\\_jindex.htm](https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/lulc/lulc_jindex.htm).
- 23) 福島県, 環境放射線モニタリング・メッシュ調査結果情報, <https://www.pref.fukushima.lg.jp/site/portal/ps-monitoring-mesh.html>
- 24) 原子力規制庁, 放射線モニタリング情報モニタリング結果, <https://radioactivity.nsr.go.jp/ja/list/512/list-1.html>.
- 25) 環境省, 東日本大震災の被災地における放射性物質関連の環境モニタリング調査: 公共用水域, [http://www.env.go.jp/jishin/monitoring/results\\_r-pw.html](http://www.env.go.jp/jishin/monitoring/results_r-pw.html).