

原子力機構による環境放射能モニタリングの歩みと今後の展望

(3) 新たな3次元放射能マッピング技術の開発

The Progress and Future Prospects of Environmental Radiological Monitoring
by Japan Atomic Energy Agency

(3) Development of new three-dimensions radioactivity mapping technology

*阿部 裕稀^{1,2}, 佐々木 美雪², 鳥居 建男^{3,4}, 床次 眞司¹, 眞田 幸尚²

¹ 弘前大, ² 原子力機構, ³ 福島大, ⁴ 福井大,

東京電力福島第一原子力発電所の事故以降、放射性汚染分布を3次元で可視化するために全方位指向性放射線検出器 (FRIE) の開発を進めてきた。本発表では、新たに高ガンマ線量下用に開発した FRIE について、システムの放射能分布推定精度評価結果及びフィールド試験結果について報告する。

キーワード：放射線イメージング、東京電力福島第一原子力発電所事故、フラクタル形状、逆問題解析

1. 緒言

福島第一原子力発電所の廃炉を円滑に進行させるためには、建屋内の放射性汚染分布を把握し、効率的に除染を行う必要がある。建屋内には、放射性汚染物が床面や壁、天井など3次元的に存在しているため、汚染分布を3次元的に把握する必要がある。私たちは、フラクタル形状である Sierpinski の四面体型を模倣した、小型かつ持ち運びが可能な放射線検出器 FRIE (Fractal Radiation Imaging Element)¹⁾を開発した。FRIE は個々のセンサーの方向特性を利用し、三次元的に放射能分布を推定することが可能である。本発表では、新たに高ガンマ線量下用に開発した FRIE の基礎特性を評価した結果について報告する。

2. 高ガンマ線量下用 FRIE の開発

高ガンマ線量下用 FRIE は、 $Gd_3Ga_3Al_2O_{12}$ (GFAG) シンチレータ 16 個を保持し、シンチレータ間には銅タンゲステンの遮蔽体が充填されている。個々のセンサーの感度は放射線の入射方向によって異なり、各シンチレータの応答関数と逆問題解析を組み合わせることで、放射能分布を3次元的に推定可能なシステムとなっている。¹³⁷Cs 点線源を用いたベンチマークテストを行い算出した各シンチレータの応答関数を使用し、球状のモデル及び平面状のモデルでのシミュレーションを行い、放射能分布推定精度評価を行った。いずれのモデルにおいても、約 30° の分解能で放射能分布推定が可能であることが分かった。合わせて実測による評価試験も行い、球状モデルと同様の体系で ¹³⁷Cs 線源の照射実験を行った結果、シミュレーションの結果と同等となることを確認した。フィールド試験では、FRIE で得られる計数と測定エリアの三次元空間点群座標を組み合わせることで、三次元的な放射能分布を取得することができた。

3. 今後の展望

今後、FRIE システムの結晶配置等の最適化、また様々な放射性核種に対する応答関数の評価、散乱線の影響を考慮した解析手法を検討することで、本システムによる放射能分布推定精度を向上させる予定である。

※本研究は、「廃炉・汚染水・処理水対策事業費補助金（原子炉建屋内の環境改善のための技術開発（被ばく低減のための環境・線源分布のデジタル化技術の高機能化開発）」の一環として実施されたものである。

参考文献

[1] T. Torii, M. Sasaki, Y. Sanada. Development of an omnidirectional detector for beta and gamma-ray imaging with fractal geometry, IEEE Xplore, (2023) DOI: 10.1109/NSSMICRTSD49126.2023.10337827.

*Yuki Abe^{1,2}, Miyuki Sasaki², Tatsuo Torii^{3,4}, Shinji Tokonami¹ and Yukihisa Sanada²

¹Hirosaki University, ²Japan Atomic Energy Agency, ³Fukushima University, ⁴University of Fukui