

軽量遮蔽体による減衰を活用した非指向性検出器による 高線量 3 次元空間における放射線源分布推定

東京大学
東京大学
東京大学
東京大学

森田 英嗣
中島 慎介
安 琪
山下 淳

Eiji MORITA
Shinsuke NAKASHIMA
Qi AN
Atsushi YAMASHITA

1. 緒言

福島第一原発事故では、大量の放射性物質が環境中に飛散した。汚染環境における空間線量の正確な推定は、除染や遮蔽計画の立案に不可欠である。しかし、高線量環境では指向性検出器の使用が難しい。一方で、非指向性検出器[1]では測定点の偏りにより推定精度が低下する課題があるが、高線量環境で使用可能である。本研究では、軽量遮蔽体による減衰を活用し、非指向性検出器を用いた高線量環境下での放射線分布の高精度推定手法を提案する。

2. 放射線源推定手法

本研究では、移動ロボットに搭載した非指向性検出器と軽量遮蔽体を用いて放射線計測を行う。図 1 に示すように、非指向性検出器の周囲に軽量遮蔽体を配置する。軽量遮蔽体は、非指向性検出器を覆う球殻の 8 分の 1 の形状をしている。なお、本図では構造を分かりやすく示すために、非指向性検出器の上半分のみを描画している。この遮蔽体を回転させることで特定方向から入射する放射線を減衰させ、非指向性検出器に指向性情報を付加する。取得した測定結果をもとに、環境地図をグリッドに分割し、MAP 推定を用いて放射線源の分布を推定する。また MAP 推定を行う際の事前分布に、提案手法である軽量遮蔽体による減衰により得られた指向性の情報を取り入れる。

$$q^* = \arg \max_q \left[\sum_{i=1}^N (\tilde{b}_i \log b_i(q) - b_i(q)) + \sum_{j=1}^M \log p(q_j) \right] \quad (1)$$

計測結果 $b(q)$ から数式(1)を最大化する放射線源分布 q を探索することにより、放射線分布を推定する。

3. 検証実験

シミュレーション環境を構築し、10×10×10 m 内に障害物を配置した状況で実験を実施した。放射線源は、環境中に 3 個の点線源を配置した。図 1 の検出器を用いて、30 箇所の測定点で 8 回ずつ回転測定を行った。結果は図 2 のようになり、高い精度の推定を達成した。

4. 結言

本研究では、軽量遮蔽体を用いた遮蔽減衰の利用により、非指向性検出器を用いた放射線分布推定の精度向上を図

った。シミュレーション実験を通じて提案手法の有効性を確認した。

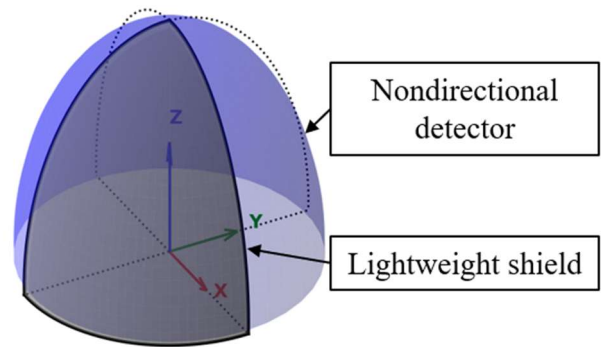


Fig.1 Configuration of the nondirectional detector and lightweight shield

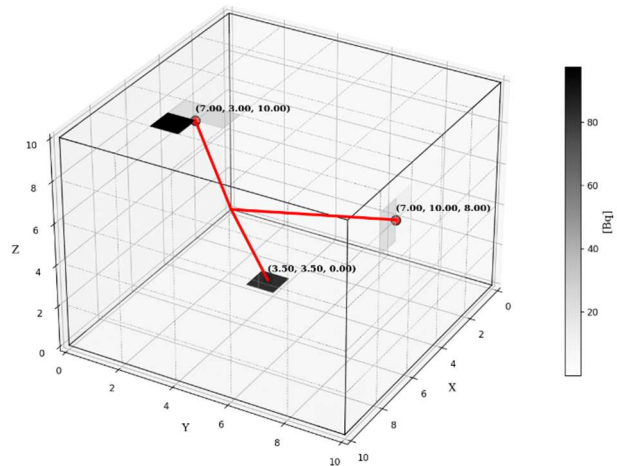


Fig.2 Radiation source estimation result

謝辞 本研究の一部は、JAEA 英知を結集した原子力科学技術・人材育成事業 JPJA24H24020026 の助成を受けた。

引用文献

- [1] Minamoto, G. et al., 2014, “Estimation of Ground Surface Radiation Sources from Dose Map Measured by Moving Dosimeter and 3D Map”. In: Proceedings of the 2014 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 1889–1895.