

放射能分布の逆問題解法でのモンテカルロ法による測定の不確かさ評価

Evaluation of Uncertainty in Measurement for Inverse Problem Solution of

Radioactivity Distribution by Using Monte-Carlo Method

原子力規制庁長官官房技術基盤グループ¹, 産業技術総合研究所²

○酒井 宏隆¹, 吉居 大樹¹, 川崎 智¹, 柚木 彰²

S/NRA/R¹, AIST² Hirotaka Sakai¹, Taiki Yoshii¹, Satoru Kawasaki¹, Akira Yunoki²

E-mail: hirotaka_sakai@nsr.go.jp

測定の正確さに係る誤差、精度等の概念を統一するため、Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM)¹⁾による測定の不確かさの考え方が測定・計量分野で広く使われている。放射線計測分野では、GUMに基づく国際規格としてISO 11929²⁾が制定され、当該規格において決定しきい値、検出限界及び包含区間の上下限といった放射線計測に係る特性値が規定されている。これらの特性値の算出において様々な要因による不確かさを合成する必要があるが、複雑な処理では、関数として表現された場合の各変数の偏微分結果を用いることが前提の不確かさの伝播則による合成式が適用できないため、モンテカルロ法の適用が必要である。

今回、逆問題解法の1つであるML-EM法³⁾により得られる推定値の不確かさ及び特性値の導出へのモンテカルロ法の適用を試み、内部の放射能濃度が部位により異なる対象物の測定を模擬した(Figure 1)。想定した測定対象物は、幅24 cm×奥行き24 cm×高さ20 cmの外形で1 mm厚のポリエチレンテレフタレートで囲まれた容器の中を同材質の2 mm厚の板で9等分した構造とし、その内部に1 g/cm³でそれぞれ

の領域ごとに異なる濃度の¹³⁷Csを含む水溶液を含むものとした。また、放射線の検出のために、容器側面の表面から8 cm離れた場所に、直径76.2 mm×長さ76.2 mmのNaI(Tl)結晶を有感部とする放射線検出器を8台配置した。この測定体系での、PHITS ver. 3.02⁴⁾によるシミュレーションによる結果及び相当する体系を構築して行った実測結果それぞれに対して、放射線検出器の計数統計に基づく不確かさの合成によるML-EM法による放射能推定結果の不確かさ及び特性値の導出をモンテカルロ法により行うことができることを確認した。

参考文献

- 1) ISO/IEC Guide 98-3:2008 (JCGM/WG1/100), Uncertainty of measurement -- Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement, International Organization for Standard/International Electrotechnical Commission, Switzerland, 120p, (2008).
- 2) ISO 11929:2010, Determination of the characteristic limits (decision threshold, detection limit and limits of the confidence interval) for measurements of ionizing radiation -- Fundamentals and application, International Organization for Standardization, Switzerland, 60p, (2008).
- 3) 菅谷信二他 日本原子力学会 2016 年春の年会 1016, 2016 年 3 月 26 日-28 日, 東北大学 (2016).
- 4) T. Sato et al., Features of Particle and Heavy Ion Transport code System (PHITS) version 3.02, J. Nucl. Sci. Technol. 55, 684-690 (2018).

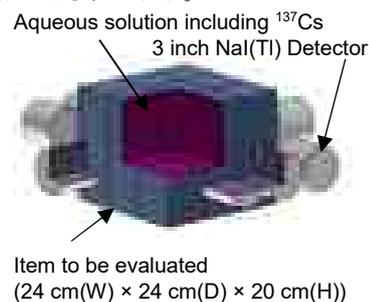


Figure 1 Outline of measurement