

# 福島第一原子力発電所事故後の住民の被ばく線量に関する不確かさ・感度解析

Uncertainty and Sensitivity Analysis of Doses to the Public after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident

\*高原 省五<sup>1</sup>, 渡邊 正敏<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>日本原子力研究開発機構, <sup>2</sup>ヴィジブルインフォメーションセンター

福島第一原子力発電所(1F)事故後の住民の被ばくについて6経路からの影響を考慮して線量評価モデルを開発し、事故後30日間、1年間及び10年間での実効線量に対するモデルパラメータの不確かさ・感度解析を実施した。

**キーワード:** 福島第一原子力発電所事故、グランドシャイン、クラウドシャイン、プルーム吸入、再浮遊吸入、食物摂取、土壌直接摂取、グローバル感度解析

**1. 緒言** 1F事故後の汚染地域において住民の被ばく線量は、(i)行政上の被ばく管理の決定でも、(ii)個々の生活の将来像を検討するうえでも基本的な指標の一つである。しかし、事故後のあらゆる期間において、すべての住民の線量を実測することは困難であり、モデルに基づく評価が必要となる。モデルでの評価には、空間的又は時間的な汚染濃度の変動及び個々の生活習慣の違いによる変動性ととともに、知識不足による不確かさが含まれる。したがって、これらの変動性や不確かさにどのように対処するかが、線量評価における重要な課題となる。本研究では、住民の被ばく線量評価モデルを開発し、評価結果のばらつきと原因となるパラメータを特定するため、不確かさ解析を行うとともに、グローバル感度解析手法の一つであるElementary Effect (EE)法[1]を用いて感度解析を行った。

**2. 方法** 線量評価モデルの概要を図1に示す。外部被ばく(グランドシャイン、クラウドシャイン)と内部被ばく(プルーム吸入、再浮遊吸入、食物摂取、土壌直接摂取)の合計6経路をモデル化した。放射性プルーム中濃度及び再浮遊核種濃度は、地表面濃度をもとに、それぞれ実効沈着速度と再浮遊係数を利用して算出する。このほか、モデルのパラメータは6経路の合計で101個である。福島市内での環境モニタリングの結果や先行研究に関する文献の調査を行って、これらのパラメータの値と分布形を決定した。この分布形に従ってランダムサンプリングを行い、モデルのパラメータセットを作成し、モデルでの計算を20000回実施することで、線量の分布を評価した。福島市内の成人の実効線量を評価対象とし、事故後30日間、1年間及び10年間での線量を評価した。

また、評価対象の線量 $Y$ について、EE法による感度解析を行った。パラメータ $x_i$ の $EE_i$ は、 $EE_i(x) = [Y(x_1, \dots, x_i + \Delta, \dots, x_n) - Y(x)] / \Delta$ と表される。ここで、 $x = (x_1, \dots, x_n)$ であり、 $\Delta = 5/9$ とした[1]。各パラメータの $EE_i$ を10000個算出し、それらの絶対値の平均 $\mu^*$ と標準偏差 $\sigma$ を計算した。 $\mu^*$ はパラメータの線量に対する平均的な感度を表し、 $\sigma$ は他のパラメータとの相互作用の程度を表している。

**3. 結論** 不確かさ解析及び感度解析の結果の一例として、事故後1年間での成人(屋外作業員)の実効線量に関する解析結果をそれぞれ図2及び図3に示す。この期間における実効線量の平均値は4.77 mSv y<sup>-1</sup>であり、5%値と95%値を比較すると約4.2倍の違いが見られた。

図3に示した感度解析の結果は、このような線量のばらつきを考察するうえで重要なパラメータを示しており、 $\mu^*$ と $\sigma$ が大きいほど線量のばらつきへの寄与が大きいことを示している。1年間の実効線量に対しては、グランドシャインに関連するパラメータの $\mu^*$ と $\sigma$ が大きい。特に、<sup>137</sup>Cs地表面濃度と屋外滞在時間の影響が大きくなった。管理の目的で自治体単位・多様な集団を一括して線量評価する際には、汚染濃度の地域差や生活行動の個人差のような変動性へ対処する方法が重要になる。

**参考文献** [1] M. D. Morris, Technometrics, 33 (2), 161-174, 1991.

\*Shogo Takahara<sup>1</sup> and Masatoshi WATANABE<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Japan Atomic Energy Agency (JAEA), <sup>2</sup>Visible Information Center (V.I.C.).

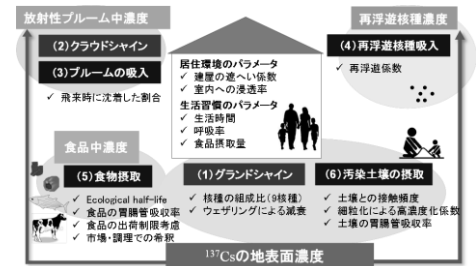


図1 モデルの概要と主要なパラメータ

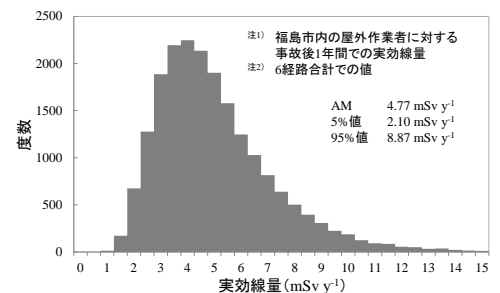


図2 福島市内の屋外作業員を対象とした実効線量の評価結果

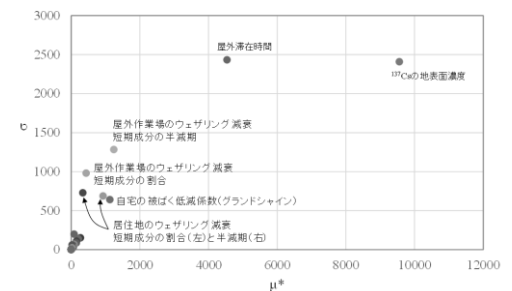


図3 感度解析の結果(図2の線量に対するモデルパラメータの $\mu^*$ と $\sigma$ )