

付録 B : 計算手法解説

この節では、本システムで採用している地図上に設定した各メッシュにおける空間線量率の計算手法について説明します。本システムでは、あるメッシュに置かれた放射性線源が周囲のメッシュ位置の空間に与える単位放射能当たりの空間線量率を基礎データとして使用しています。このデータを、ここでは『応答行列』と呼んでいます。図 B-1 に応答行列の概念図を示します。応答行列の各要素は、5m×5m のメッシュに対応しています。201 行×201 列の行列は、中心のメッシュから約 500m 離れたメッシュまでの線量寄与を考慮していることを意味します。この距離は、Cs-137 から放出される 662keV 光子の空気中における平均自由行程の約 5 倍であり、線量寄与を考慮する範囲として十分です。

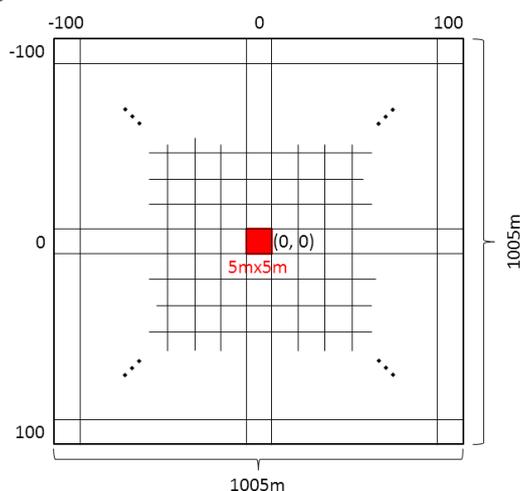


図 B-1 応答行列の概念図 (201 行×201 列の要素を持つ)

この応答行列は、Cs-137 および Cs-134 から放出される光子に対して 3 次元モンテカルロ法に基づく粒子・重イオン輸送計算コード PHITS (Niita et al., 2010) を用いてそれぞれ評価しました。図 B-2 に PHITS における計算体系の模式図を示します。大気と土壌からなる無限平板体系において中心の土壌表面に 5m×5m の線源領域を設定し、地上 1m 高さに 5m×5m の評価メッシュを 201×201 個配置しています。図 B-3 に計算によって得られた線量寄与分布を示します。計算した線量は 1cm 線量当量率であり、応答行列要素の単位は $[(\mu\text{Sv/h}) / (\text{MBq}/\text{cm}^2)]$ で与えています。この応答行列では、線源から直接やって来る成分 (直達線)、上空大気で散乱されるスカイシャイン成分及び土壌で散乱されるグランドシャイン成分による線量を考慮しています。

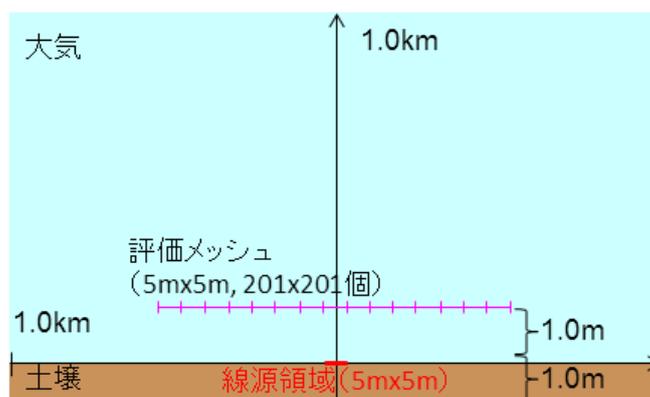


図 B-2 応答行列評価のための、PHITS 計算体系の模式図。

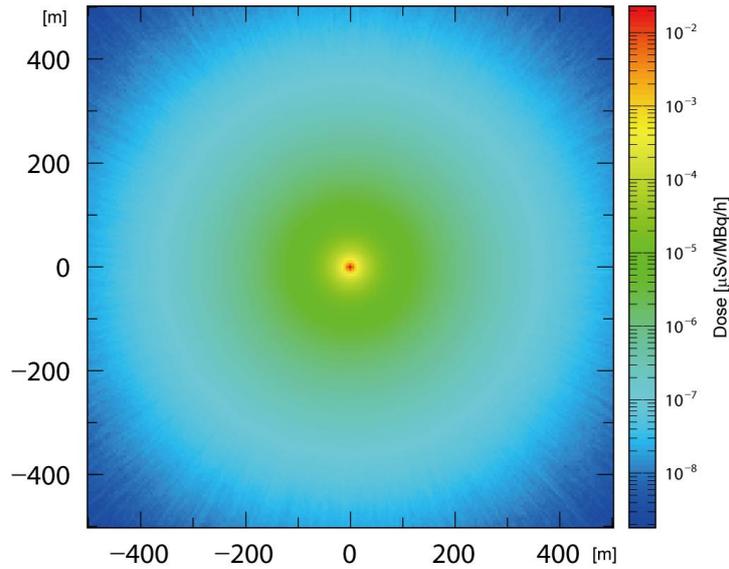


図 B-3 PHITS 計算結果

地図上に設定した各メッシュの空間線量率は、上記の応答行列と入力データとして与えられた表面汚染密度を用いて計算します。着目した地図上の全てのメッシュに対して、メッシュ毎に表面汚染密度と応答行列から 1,005m×1,005m (201 行×201 列) 範囲の線量率を計算し、その線量を積算しています。上記の処理を Cs-137 と Cs-134 それぞれの応答行列を用い、その存在比も考慮して実行することにより、最終的に全空間線量率を導出しています。このようにして、全メッシュに対する空間線量率の分布図が得られます。

除染後の空間線量率は、各メッシュに対して計算した空間線量率に DF (除染係数) を除して求めます。また、DRRF (線量率減少係数) の分布図は、各メッシュにおける除染前後の線量率の比を表示しています。

図 B-4 に本システムと PHITS コードで計算した Cs-137 の光子に対する除染半径と DRRF の関係を示します。PHITS の計算結果は、岩元ほか (2011) から取ったものです。本システムの計算結果は、PHITS の結果とよく一致しており、本システムの計算手法は適切であることがわかります。

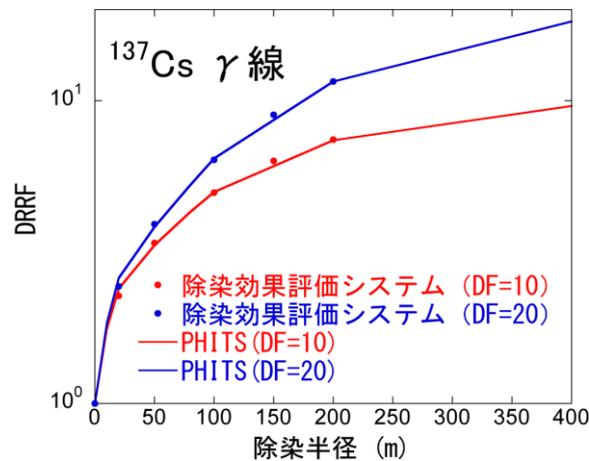


図 B-4 除染半径に対する DRRF

(点は除染効果評価システム, 実線は PHITS による結果)

参考文献

- Niita, K., Matsuda, N., Iwamoto, Y., Iwase, H., Sato, T., Nakashima, H., Sakamoto, Y. and Sihver, L. (2010) : PHITS: Particle and Heavy Ion Transport code System, Version 2.23, JAEA-Data/Code 2010-022.
- 岩元洋介, 佐藤大樹, 遠藤章, 坂本幸夫, 呉田昌俊, 久語輝彦 (2011) : 汚染土壌の除染領域と線量低減効果の検討, JAEA-Technology 2011-026 .