

原子力事故後の自動車避難に関する外部被ばく低減効果の評価

Evaluation of reduction effects for external exposures in vehicles evacuation after nuclear accident

*高原 省五¹, 渡邊 正敏¹, 廣内 淳¹, 飯島 正史¹, 宗像 雅広¹

¹日本原子力研究開発機構

自動車の形状及び重量に基づいて三次元モデルを開発した。放射線輸送計算コード MCNP を用いて地表面沈着 ¹³⁷Cs からの線量率を計算し、福島事故後の汚染地域での実測した車体内外での線量率と比較してモデルの妥当性を検証した。このモデルを用いて原子力事故時のガンマ線に対する自動車の外部被ばく低減効果を評価した。

キーワード : 原子力防災, 自動車避難, 外部被ばく, 被ばく低減効果

1. 緒言 住民避難は原子力事故後に実施される防護措置の一つであり、放射性プルームからの外部被ばくとその吸入による内部被ばくと、沈着核種からの外部被ばくを低減するための措置である。避難を効果的に実施するためには、屋内退避等の他の防護措置との連携に加えて、避難の手段としても、徒歩、自家用車及びバスでの避難を上手く組み合わせる最適な防護戦略を策定しておく必要がある。自動車の被ばく低減効果はこのような戦略の策定に不可欠な情報の一つであるが、現在の日本で普及している自動車を対象とした被ばく低減効果の評価はこれまでに行われていない。そこで、本研究では、我が国における原子力事故後の防護戦略の最適化に資するため、日本の自家用車及びバスの三次元モデルを開発し、事故時のガンマ線に対する外部被ばく低減効果を評価した。

2. 自動車モデルの開発 日本の4車種（重量 800-1930 kg）に対してモデルを作成した。自動車モデルの形状は、実際の車体の全高、全幅及び全長に基づく直方体とした。前後左右には窓を配置した。これらの形状に関する情報は、車検証及びメーカーのカタログを用いて調査した。屋根を除く車体全体で一般的なステンレス鋼製であると仮定して、車体の表面積と重量から車体の鋼板厚さを算出した。車両の屋根厚さはメーカーからの情報提供をもとに 0.8 mm とした。

放射線輸送計算コード MCNP を用いて地表面に沈着した ¹³⁷Cs による自動車内外での線量率を計算した。被ばく低減効果は、被ばく低減係数 (DRF) を用いて評価することとし、自動車外部（地表面から 1 m 高）での線量率に対する自動車内部（座席面から 15 cm 高）の線量率の比として DRF を定義した。自動車モデルの妥当性を検証するため、福島事故後の汚染地域において自動車内外の線量率を実測して DRF を評価した。モデルによる DRF と実測による DRF との比較結果を右下図に示す。実測した場所は過去に除染が行われた場所であり、地表面に線源を分布させた場合（実効深度 $\beta = 0 \text{ g cm}^{-2}$ ）には実測値を再現することができなかったものの、地中方向への移行を考慮した場合（実効深度 $\beta = 10 \text{ g cm}^{-2}$ ）には実測値を再現でき、モデルの妥当性を確認することができた。

3. 被ばく低減効果の評価 開発したモデルを用いて日本の自家用車4車種と、住民避難での利用が想定される大型バスの DRF を評価した。原子力事故直後の放射性核種の分布を考慮して、(i) 放射性プルームからの外部被ばく（クラウドシャイン）及び (ii) 沈着核種からの外部被ばく（グラウンドシャイン）に対する被ばく低減係数を評価した。放射性プルームからのガンマ線のエネルギーは代表的な事故シナリオで放出される核種からのガンマ線のエネルギーを包含するように 0.4-1.5 MeV の範囲とした。また、沈着核種については ¹³⁷Cs のみを対象とし、事故直後であることから地表面 ($\beta = 0 \text{ g cm}^{-2}$) に存在するものとした。

この結果、自家用車4車種の被ばく低減係数は、0.4-1.5 MeV のクラウドシャインに対して 0.66-0.88、¹³⁷Cs からのグラウンドシャインに対して 0.64-0.73 となった。また、大型バスの中央客席においては、グラウンドシャインとクラウドシャインに対する DRF はそれぞれ 0.45-0.47 及び 0.69-0.87 となった。

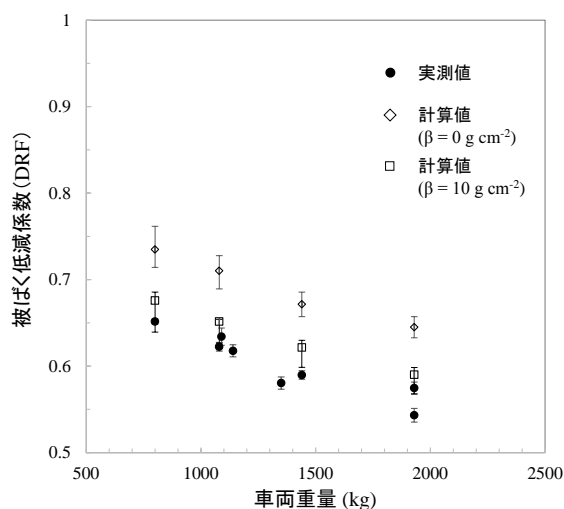


図 被ばく低減係数の実測値と計算値との比較

本研究は平成 27 年度「原子力施設等防災対策等委託費（防護措置の実効性向上に関する技術的知見の整備）事業」及び平成 28 年度規制庁受託「原子力施設等防災対策等委託費（防護措置の実効性向上に関する調査研究）事業」の成果の一部である。

*Shogo TAKAHARA¹, Masatoshi WATANABE¹, Jun HIROUCHI¹, Masashi IJIMA¹ and Masahiro MUNAKATA¹

¹Japan Atomic Energy Agency