

放射線の健康影響に係る研究調査事業 令和5年度研究報告書

研究課題名	原子力事故後の居住環境における室内外の物質移行を考慮した住民の被ばく線量評価に関する研究
令和5年度研究期間	令和5年4月3日～令和6年2月29日
研究期間	令和4年度 ～ 令和6年度（2年目）

	氏名	所属機関・職名
主任研究者	高原 省五	日本原子力研究開発機構 安全研究センター 原子炉安全研究ディビジョン リスク評価・防災研究グループ・グループリーダー
分担研究者		
若手研究者		

キーワード	原子力事故、住民被ばく線量、再浮遊、屋内退避、被ばく低減効果
-------	--------------------------------

本年度研究成果
<p>I 研究背景</p> <p>家屋の内外を含む居住環境における放射線被ばくは、原子力事故後の初期から長期間にわたって汚染地域での住民生活を管理するために必要不可欠な情報の一つである。特に、福島事故の経験を経て、原子力防災分野においては、事故後初期に自宅への屋内退避が防災計画の主軸の一つとして位置付けられている。また、福島事故後に避難指示を受けた地域についても、避難指示の解除が進み帰還した住民の日常生活が開始されようとしている。このような社会的な背景を踏まえると、事故後初期において屋内退避をした場合にどのくらいの被ばくが想定されるのか（または、どのくらいの被ばく低減効果が見込まれるか）ということと、帰還後の生活においてどのくらいの被ばくが想定されるのかという情報は、原子力防災計画や帰還後の住民に対する放射線防護対策を策定する国・自治体や住民にとって重要な情報である。</p> <p>II 目的</p> <p>本研究では、上記のような研究背景のもとで、①事故後の初期における屋内退避時における住民被ばく線量の評価と、②事故後の長期における帰還後の居住環境での被ばく線量評価を実施することを目的とする。</p> <p>III 研究方法</p> <p>上記の目的に記載した目的を達成するためには、再浮遊に係る現象論的モデルの開発に加え、地域や季節による社会条件や気象条件の変動を考慮した確率論的な影響評価を実施する必要がある。これらの方法を実現するため、令和5年度は、目的①に関連して、1) 各サイトにおける事故後初期の屋内退避時における被ばく線量評価を実施した。また、目的②に関連して、1) 室内再浮遊モデルに関する</p>

解析及び実験を実施した。なお、確率論的事故影響評価には、既に原子力機構が開発した確率論的事故影響評価コード OSCAAR (Off-Site Consequence Analysis code for Atmospheric Release in Reactor Accident)¹⁾を用いた。OSCAAR は、国際比較計算への参加等する等して移行モデルに関する検証等を行い、適用性能の確認や機能の検証が行われてきたコードである²⁾。なお、本事業の令和4年度成果発表会において、OSCAAR で同心円メッシュを利用することの妥当性について、委員から指摘を受けた。この点について、過去に OSCAAR と直交格子メッシュを採用している他のコードの結果を比較した経験があり、これによると両者において距離別の被ばく線量の統計値に大きな違いは見られておらず、メッシュの違いによる解析の結果への影響はないことが確認されているところである³⁾。

IV 研究結果、考察及び今後の研究方針

研究方法①-1) の作業では、屋内退避を実施しない場合と実施した場合のそれぞれについて、外部被ばく及び内部被ばくの双方による甲状腺等価線量と実効線量を評価した。さらに、屋内退避の実施時と未実施時の線量を比較して被ばく低減係数 (= 屋内での線量/屋外での線量) を算出した。対象サイトは、国内の原子力発電所を有する全サイト (17 サイト) であり、各サイトの気象条件 (風向風速、降雨)、屋外再浮遊係数の評価に必要な周辺の地目と建蔽率、人口分布を考慮した。線量評価には OSCAAR を利用し、5つの事故シナリオ (過去のシビアアクシデント研究⁴⁾、福島事故の経験⁵⁾、新規規制基準⁶⁾を踏まえて放出量等を設定) に対して評価を実施した。放出点から 5 km での実効線量と甲状腺等価線量をサイトごとに比較したところ、95%値はサイトによらずオーダーで一致したものの、50%値は人口分布がまだらなサイトで他のサイトよりも一桁以上小さくなっていた。これは、人口のいる場所にプルームが直接到達するよりも、吹き返し等で濃度の低いプルームが通過する回数が多いことに起因する。被ばく低減係数をサイト間で比較したところ、20%程度の差が見られ、平均風速が大きいサイトで被ばく低減係数が大きくなる傾向であった。被ばく低減係数は事故シナリオにも依存しており、全体の放出量に対する希ガスの割合が多いシナリオでは、被ばく低減係数が大きくなること (低減効果が小さくなること) が示された。

研究方法②-1) の作業では、室内での再浮遊係数を取得するため、実建屋内における再浮遊係数取得実験を実施した。実験では、日本における一般住宅と同程度の規模かつ換気設備を備えた実建屋の一室において、フローリングの床面に試験用ダストを散布し、自然換気時、歩行時、掃除機掛け時、エアコン稼働時について、床面から 50 cm 及び 150 cm における粒径別空気中粒子濃度分布を測定した。測定には TSI 社製の Optical Particle Sizer を使用し、室内中心におけるデータを取得した。その結果、粒径ごとに再浮遊係数は異なっており、自然換気の場合は $1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-3}$ 、歩行時は $1.0 \times 10^{-4} \sim 1.0$ 、掃除機掛けは $1.0 \times 10^{-4} \sim 1.0 \times 10^{-1}$ 、エアコン稼働時は $1.0 \times 10^{-5} \sim 1.0 \times 10^{-2}$ の範囲内であった。床材ごとの粒子の床材からの離脱率を評価するため、風洞試験を実施した。その結果、床材と試験用ダストの散布濃度により、違いが生じることが分かった。

V 結論

令和5年度の作業は、滞りなく予定通り完遂した。これにより、各サイトで確率論的事故影響評価及び再浮遊解析を実施するために必要な情報の整備と再浮遊モデルの OSCAAR への実装を完了するとともに、室内環境での再浮遊モデル開発のための実験データの取得、再浮遊係数の評価を行うことができた。令和5年度成果報告会において、成果の取りまとめに際し、生活者感覚で活用できる情報を分かりやすくまとめるように指摘を受けているので、国や自治体の職員が住民に向けて屋内退避に関する情報を提供する際などを想定して、平易な表現で有用性の高い情報を取りまとめた資料を作

成することを目指したい。

引用文献

1. JAEA, OSCAAR コードパッケージの使用マニュアル, JAEA-Testing 2020-001; 65 Pages.
2. 本間俊充, レベル 3PSA の現状, 第 3 回 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会 原子力の自主的安全性向上に関するワーキンググループ, 資料 3. (https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/genshiryoku/genshiryoku_jishuteki/pdf/003_03_00.pdf (最終閲覧日 2023 年 5 月 23 日))
3. 日本原子力研究開発機構, 令和 2 度原子力規制庁委託成果報告書「原子力施設等防災対策等委託費 (被ばく解析手法の整備) に関する研究」 (<https://www.nra.go.jp/data/000359619.pdf> (最終閲覧日 2023 年 5 月 23 日))
4. 本間俊充, 石川淳, 富田賢一, 村松健, 軽水炉モデルプラントの広範な事故シナリオに対する環境影響評価, JAERI-Research 2000-060, 2000.
5. 原子力災害対策本部, 原子力安全に関する IAEA 閣僚会議に対する日本国政府の報告書-東京電力福島原子力発電所の事故について-; 添付 IV-2 東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故に係る 1 号機、2 号機及び 3 号機の炉心の状態に関する評価のクロスチェック解析 (<https://www.kantei.go.jp/jp/topics/2011/pdf/app-chap04-2.pdf> (最終閲覧日 2024 年 1 月 9 日)) .
6. 原子力規制委員会, 緊急時の被ばく線量及び防護措置の効果の試算について. (<https://www.nra.go.jp/data/000390844.pdf> (最終閲覧日 2024 年 1 月 9 日))