

労災疾病臨床研究事業費補助金「多様な被ばく状況に適用可能な迅速線量評価手法の開発」
研究結果の概要

研究代表者 栗原 治（国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構）

【研究目的】

本研究の目的は、高線量被ばくが想定される様々な放射線被ばく事故に際し、多くの被災者の中から緊急被ばく医療の対象となる者を迅速に選別し、その線量を評価する手法を開発、整備し、その成果を広く展開することである。本研究は、臨界事故の代表例たるウラン加工施設での臨界事故あるいは汚染（放出）事故の代表例たる原子力発電所事故の際に、対象者の選別（トリアージ）及び線量評価の事前の入念な準備なしに取り組まざるを得なかった状況を鑑みるに、緊急被ばく医療対応の迅速性と向上を図る上で喫緊かつ必須なものである。

【研究方法】

本研究では、緊急被ばく医療の対象となり得る下記の事象に対する迅速線量評価手法の開発を以下の手順で進める。本研究は3年計画（図1参照）で実施し、最終年度には得られた成果に基づきマニュアルを整備する。

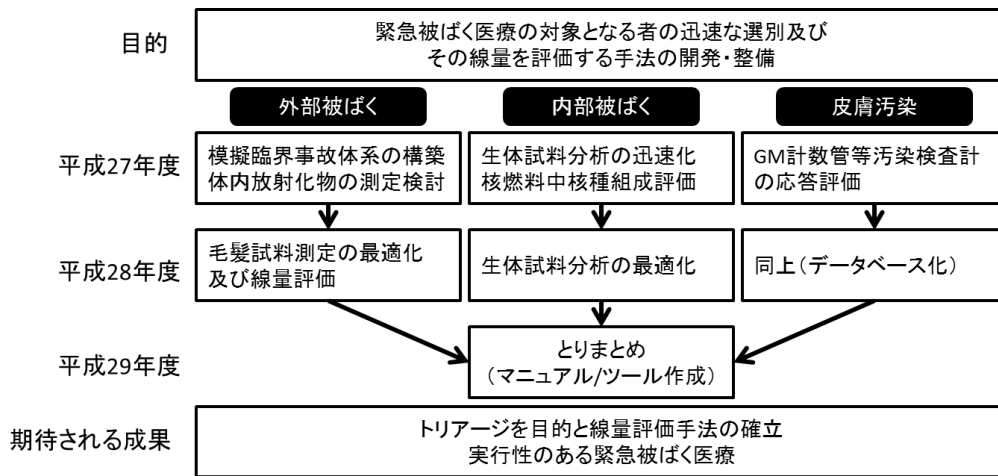


図1 研究の流れ

(1) 臨界事故時外部被ばく

^{252}Cf 中性子線源を用いるピンポイント高線量中性子照射を可能とする実験体系を構築し、これを用いて中性子捕獲によって体内で生成される ^{24}Na や ^{38}Cl に対する様々な放射線検出器の応答を実験的に評価する。また、計算シミュレーションにより、種々の中性子スペクトルに対する個人線量計の応答を評価する。

(2) アクチニド核種等内部被ばく

アクチノイド核種等の体内汚染に際し、医療介入線量から誘導される排泄物中の放射能を迅速に弁別するための分析法を開発する。また、核種分離を省略した分析法の有効性を判断するため、使用済核燃料中の核種組成比を評価する。

(3) 皮膚汚染

高汚染を模擬した実験体系を用いて GM サーベイメータなどの応答を評価するとともに、検出器の応答から皮膚の等価線量への換算係数を汚染面積毎に整備する。

【研究結果】

(1) 臨界事故時外部被ばく

中性子の照射によって、水槽型ファントムに封入した塩化ナトリウム水溶液中に生成された ^{24}Na 等が放出する γ 線による 1cm 線量当量率を、国内で広く使用されている線量当量率サーベイメータ（日立アロカメディカル社製 TCS-172B）で測定した。実験で得られた γ 線 1cm 線量当量率と水溶液中の ^{24}Na 等濃度の関係、並びに中性子吸収線量と体内 ^{24}Na 濃度（文献値）から、中性子吸収線量 1 Gy = 体表面の γ 線 1cm 線量当量率 1.4~5.9 $\mu\text{Sv/h}$ という関係を得た。その他、既設の ^{252}Cf 中性子照射装置を利用した高線量で試料を照射することが可能な実験装置の製作や、個人線量計（TLD バッジ）を例に多様な中性子場に対する応答関数を評価した。

(2) アクチノイド核種等内部被ばく

試料回収が容易な尿を用いたバイオアッセイについて、最も時間を要する分析工程となる前処理の高速化を図るため、共沈法（リン酸共沈、シュウ酸共沈）及び有機物分解装置を用いる方法を試験し、最適な分析条件を探索した。その結果、前処理の従来法と比較して約半分程度の時間で尿バイオアッセイが可能になるとともに、従来法と同様の回収率及び各核種における検出限界値は U, Pu/Am とともに 1 mBq/試料を担保していることを確認した。また、文献調査から尿試料中の核種の系統分離に Eichron 社製レジンが有効であることや、ICP-MS 法による実試料中 ^{241}Am の検出下限値は数十 mBq 程度と見込まれることを確認した。加えて、分析環境の整備を進めた。

(3) 皮膚汚染

$^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ 及び ^{137}Cs の平板線源の上に直径 10 mm~70 mm の穴を開けたステンレス板を乗せ高汚染を模擬した実験体系を用い、国内で広く使用されている端窓式 GM サーベイメータ（アロカ製 TGS-113 型及びその同型シリーズ）の計数率と皮膚線量率を実験及び計算によって評価した。その結果、汚染サイズに対する計数率-線量率換算係数の依存性の程度を明らかにするとともに、汚染サイズが不明な場合、10 kcpm = 1 mGy/h とすれば保守的な線量評価が可能であることを示した。

E. 結論

本研究では緊急被ばく医療の対象となり得る事象－(1) 臨界事故時外部被ばく, (2)アクチニド核種等内部被ばく及び(3)皮膚汚染－に対し, 多数の被検者から高被ばく者を迅速に選別（トリアージ）するための被ばく線量評価手法の開発に着手した。平成 27 年度では(1)では ^{252}Cf 中性子線源を用いた高線量中性子照射場の構築及び汎用 NaI(Tl)サーベイメータを用いる中性子被ばく線量換算係数の評価, (2) では尿バイオアッセイの迅速化のための前処理法の改良及び迅速線量評価の適用性検討, (3) では汎用 GM サーベイメータに対する計数率－皮膚線量率換算係数を任意の汚染形状に対して評価した。本研究の特徴は, 多様な被ばく状況に対応した, また, 汎用の装置を用いた線量評価手法の構築することであり, 緊急被ばく医療対応の実行性向上に資すると考える。