

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	原子力災害時における被災者の個人被ばく線量把握及び健康管理に資するインテリジェンスデータベースの構築
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５年度 ～ 令和７年度（１年目）

	氏名	所属機関・職名
主任研究者	金 ウンジュ	量研機構・主幹研究員
分担研究者		
若手研究者		

キーワード	インテリジェンスデータベース（IDB）、初期内部被ばく線量、外部被ばく線量
-------	---------------------------------------

本年度研究成果
<p>I 研究背景</p> <p>量子科学技術研究開発機構（以下、量研）では、東電福島第一原発事故（以下、福島原発事故）による住民の初期内部被ばく線量の推計を長年にわたり進めてきた。初期内部被ばくで最も重要なのは放射性ヨウ素による甲状腺内部被ばくであるが、主要核種である I-131 を対象とした人の実測データは極めて限られている。このため、事故発生から数カ月後に開始されたセシウムを対象としたホールボディカウンタ（WBC）の測定データ、人の実測データを有する個人の避難行動データ、放射性核種の大気拡散シミュレーションの結果を収集し、これらの情報を活用して線量推計を行ってきた¹⁻⁴。今後は量研だけの研究に留めることなく、福島県立医科大学等の協力機関においても解析を行えるようにすること、及び、福島原発事故で得られた貴重なデータを将来のために管理・保全する環境を整備することが重要である。</p> <p>II 目的</p> <p>本研究では、前述の初期内部被ばく線量推計のために収集あるいは解析に用いた様々な種類のデータを有機的に統合し、GUI を介して多角的な解析を行えるインテリジェンスデータベース（IDB）を作成すること、及び、その成果を基に、将来の原子力災害における被災者の健康調査や疫学調査に適したデータベースの要件を示すことである。</p> <p>III 研究方法</p> <p>避難行動データを有する小児甲状腺被ばくスクリーニング検査被検者及び WBC 被検者（約 6 千名）について、実測値及び大気拡散シミュレーションから推定した被ばく線量及び避難場所の履歴等の関係を任意に抽出した被検者集団（出身自治体、年齢群、性別、測定値、避難パターン等）に対する線量データを可視化できる IDB を複数試作した。IDB のプラットフォームには Microsoft が無償で提供する Power BI を使用した。IDB には、滞在位置を地図上に表示できる機能や Python スクリプトを用いた線量分布表示機能などを実装した。後者は、人実測データでは未検出者が多いことから打ち切り</p>

線量分布になるため、対数正規分布を仮定した QQ プロットに対する適合関数により、線量分布の中央値及び幾何標準偏差を表示できるようにした。また、研究計画に従って、量研で開発し福島県民健康調査にも用いられている外部被ばく線量推計システムを参考にして、福島県内避難区域に適用された代表的行動 18 パターンにおける外部被ばく線量計算を計算し、Akahane らの計算値⁵⁾との比較検証を行った。

(倫理面への配慮)

本研究において使用する個人の避難行動データの利用については、量研機構及び福島県立医科大学の両機関における臨床研究審査委員会から承認がえられている。(13-011)

IV 研究結果、考察及び今後の研究方針

図 1 に試作した IDB の GUI の一例を示す。これらの図が示すように、IDB の最大の利点は 1 画面に多くの情報を同時に表示できることであり、また、任意の条件で抽出した集団に対する線量分布を瞬時に計算することができるため、被ばく線量の比較的高い決定集団の特定が容易である。また、大気拡散シミュレーションに基づく吸入被ばく線量推計では、使用する WSPEEDI-II の Version の違い^{6,7)}、使用するシミュレーションの計算グリッドの選択方法、移動中の計算方法などによる線量分布の変化も把握できるようにした。これらは EXCEL のフィルター機能を使っても行えるが、Power BI が有するデータリネーション機能や GUI 機能を活用することにより、第三者でも利用しやすいデータベースが試作できた。その他、令和 5 年度は、福島原発事故初期の外部被ばく線量について、Akahane らが示した代表的避難行動 18 パターンに対する計算を行い、文献値を概ね再現することを確認した。ここで、同計算では、福島県民健康調査（基本調査）に使われている外部被ばく線量評価システムに組み込まれている時系列空間線量率マップを用い、屋内防護係数や移動中の計算方法等は元文献に準じて行った。加えて、UNSCEAR2020/2021 レポート⁸⁾に示された更新された代表的避難行動 37 パターンについても外部被ばく線量の計算を行った。来年度は当初の研究計画に従って、試作した IDB に

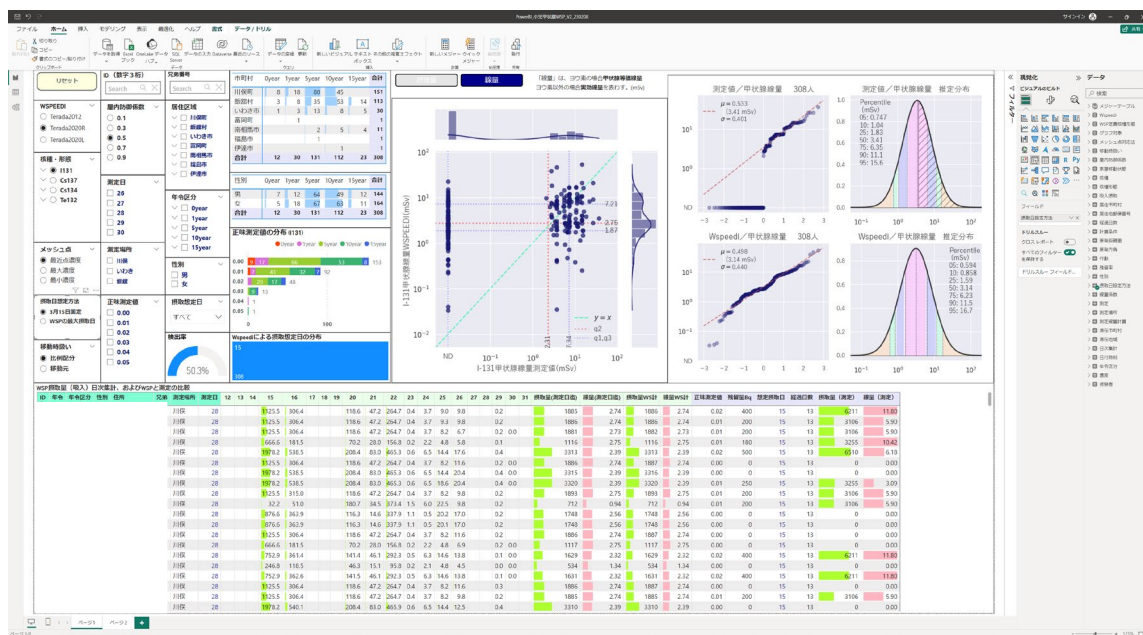


図 1. 小児甲状腺被ばくスクリーニング検査被検者の内、行動データを有する約 300 名の WSPEEDI による吸入被ばく線量推計値を表示する IDB。画面左上の選択タブ及び被検者の抽出が行える。画面右上は対数正規分布で近似した線量分布、画面下は被検者毎の日々の吸入摂取量を計算値が表示される。

について外部有識者からのフィードバックを踏まえて改良するとともに、事故初期に福島住民が受けた内部被ばく線量と外部被ばく線量の累積傾向の特徴等に注視して解析を行う予定である。

V 結論

量研が福島原発事故による被災住民の初期内部被ばく線量推計のためにこれまでに収集及び解析を行った様々な線量関連データを有機的に統合し、GUIを実装したIDBを複数試作した。IDBによって、膨大なデータの一元管理を行える他、任意の抽出条件に応じた集団に対する線量分布を瞬時に得ることが可能となった。外部被ばく線量推計については、代表的避難行動18パターンに対する試算を行い、文献値とほぼ一致することを確認した。

引用文献

1. Kim E, Kurihara O, Suzuki T. *Screening survey on thyroid exposure for children after the Fukushima Daiichi nuclear power station accident*. In: Proceedings of the 1st NIRS Symposium on Reconstruction of Early Internal Dose in the TEPCO Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Accident. National Institute of Radiological Sciences. Chiba, Japan, July 2012. NIRS-M-252, 59–66 (2012). Available at http://www.nirs.go.jp/publication/irregular/pdf/nirs_m_252.pdf
2. Kim E, Kurihara O, Kunishima N. Internal thyroid doses to Fukushima residents —estimation and issues remaining. *J Radiat Res* 57: i118–i126; 2016a.
3. Kim E, Kurihara O, Kunishima N. Early intake of radiocesium by residents living near the TEPCO Fukushima Dai-ichi nuclear power plant after the accident. Part 1: Internal doses based on whole-body measurements by NIRS. *Health Phys* 115(5): 451–464; 2016b.
4. Kim E, Yajima K, Shozo Hashimoto. Reassessment of internal thyroid doses to 1,080 children examined in a screening survey after the 2011 Fukushima nuclear disaster. *Health Phys* 118(1): 36–52; 2020.
5. Akahane K, Yonai S, Fukuda S. NIRS external dose estimation system for Fukushima residents after the Fukushima Dai-ichi NPP accident. *Sci Rep* 3:1670; 2013
6. Terada H, Katata G, Chino M. Atmospheric discharge and dispersion of radionuclides during the Fukushima Dai-ichi nuclear power plant accident. Part II: Verification of the source term and analysis of regional-scale atmospheric dispersion. *J Environ Radioact* 112: 141–154; 2012.
7. Terada H, Nagai N, Tsuduki K. Refinement of source term and atmospheric dispersion simulations of radionuclides during the Fukushima Daiichi nuclear power station accident. *J Environ Radioact* 213: 106104; 2020.
8. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Levels and effects of radiation exposure due to the accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station: implications of information published since the UNSCEAR 2013 Report UNSCEAR 2020/2021 Report Volume II Scientific Annex B (2021)