

避難指示区域解除における住民の
個人被ばく線量評価の在り方について
(受託研究)

Individual Exposure Dose Assessment of Residents for Lifting of Evacuation Orders
(Contract Research)

佐藤 里奈 眞田 幸尚 吉村 和也 中山 真理子

Rina SATO, Yukihiisa SANADA, Kazuya YOSHIMURA and Mariko NAKAYAMA

福島研究開発部門

福島研究開発拠点

廃炉環境国際共同研究センター

環境影響研究ディビジョン

Fukushima Environmental Evaluation Research Division
Collaborative Laboratories for Advanced Decommissioning Science
Fukushima Research Institute
Sector of Fukushima Research and Development

January 2023

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

JAEA-Review

本レポートは国立研究開発法人日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。
本レポートはクリエイティブ・コモンズ 表示 4.0 国際 ライセンスの下に提供されています。
本レポートの成果（データを含む）に著作権が発生しない場合でも、同ライセンスと同様の
条件で利用してください。（<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ja>）
なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ウェブサイト（<https://www.jaea.go.jp>）
より発信されています。本レポートに関しては下記までお問合せください。

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 JAEA イノベーションハブ 研究成果利活用課
〒 319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方 2 番地 4
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920, E-mail: ird-support@jaea.go.jp

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en>).
Even if the results of this report (including data) are not copyrighted, they must be used under
the same terms and conditions as CC-BY.
For inquiries regarding this report, please contact Institutional Repository and Utilization Section,
JAEA Innovation Hub, Japan Atomic Energy Agency.
2-4 Shirakata, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan
Tel +81-29-282-6387, Fax +81-29-282-5920, E-mail: ird-support@jaea.go.jp

避難指示区域解除における住民の個人被ばく線量評価の在り方について (受託研究)

日本原子力研究開発機構 福島研究開発部門 福島研究開発拠点
廃炉環境国際共同研究センター 環境影響研究ディビジョン

佐藤 里奈※、眞田 幸尚、吉村 和也、中山 真理子*

(2022 年 10 月 24 日受理)

東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故に伴い設定された避難指示区域は、空間線量率の減少や除染の進捗に従って区域の再編がなされており、帰還困難区域についても、2020 年代をかけて帰還意向に応じた除染、及び避難指示解除を目指すことが決定された。本報告書は、今後の避難指示区域解除における住民の個人被ばく線量評価の在り方について検討するため、事故後に個人線量計による測定やシミュレーションを活用して実施されてきた個人被ばく線量評価の手法や特徴を調査し、体系的にまとめたものである。

本報告書は、内閣府の委託事業「令和 3 年度福島県における個人線量データの活用等に係る検討事業」及び原子力規制庁の委託事業「令和 3 年度原子力施設等防災対策等委託費（生活行動パターンを模擬した連続的な空間線量率の測定および詳細モニタリング結果のマップ化）事業」で得られた成果をとりまとめたものである。

廃炉環境国際共同研究センター：〒975-0036 福島県南相馬市原町区萱浜字巢掛場 45-169

※ 特定課題推進員（株式会社日立ソリューションズ東日本）

* 株式会社ペスコ

**Individual Exposure Dose Assessment of Residents for Lifting of Evacuation Orders
(Contract Research)**

Rina SATO✱, Yukihiisa SANADA, Kazuya YOSHIMURA and Mariko NAKAYAMA*

Fukushima Environmental Evaluation Research Division
Collaborative Laboratories for Advanced Decommissioning Science
Fukushima Research Institute
Sector of Fukushima Research and Development
Japan Atomic Energy Agency
Minamisoma-shi, Fukushima-ken

(Received October 24, 2022)

The evacuation order zones established after the accident at the Tokyo Electric Power Company's Fukushima Daiichi Nuclear Power Station have been reorganized according to the decrease in ambient dose equivalent rates and the decontamination progress. It has been decided to decontaminate the difficult-to-return zones and lift the evacuation order depending on the evacuee's intention of returning to the areas over the course of the 2020s. In order to consider the future of individual exposure dose assessment for residents for lifting of the evacuation orders, the methods and characteristics of the assessment that have been conducted after the accident using personal dosimeter measurements and simulations were systematically reviewed. This report summarized the results of the review.

Keywords: Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Accident, Difficult-to-return Zone, External Exposure, Effective Dose, Personal Dose Equivalent, Ambient Dose Equivalent, Personal Dosimeter

This report summarized the results of the projects that JAEA carried out as commissioned business by the Cabinet Office and the Nuclear Regulation Authority in FY 2021.

✱ Special Topic Researcher (Hitachi Solutions East Japan, Ltd.)

* PESCO Co., Ltd.

目 次

1. はじめに	1
2. 福島第一原子力発電所事故後の個人被ばく線量評価を取り巻く状況	2
2.1 個人被ばく線量評価に係る諸量の関係性	2
2.2 個人被ばく線量評価手法の分類	3
3. 個人被ばく線量評価手法のレビュー	5
3.1 個人線量計による実測例のレビュー	5
3.2 シミュレーションによる個人被ばく線量評価手法のレビュー	11
4. 個人線量当量実測に係る留意点	12
4.1 個人線量当量実測に係る留意点の概要	12
4.2 測定機器選定における留意点	12
4.3 測定上の留意点	12
4.4 評価上の留意点	13
5. 個人被ばく線量シミュレーションに係る留意点	15
5.1 個人被ばく線量シミュレーションに係る留意点の概要	15
5.2 生活行動パターン	16
5.3 空間線量率	17
5.4 個人被ばく線量への換算係数	18
6. 個人被ばく線量の区域評価に係る留意点	20
6.1 評価対象	20
6.2 代表性	20
7. 情報の取扱いに係る留意点	23
7.1 情報の取扱い	23
7.2 住民に提供する情報のカテゴリー	23
7.3 住民への情報提供の方法	24
8. まとめ	26
謝辞	27
参考文献	27
付録 福島県における個人線量データの活用等に係る検討会	32

Contents

1. Introduction	1
2. Overview of methodology for individual exposure dose assessment after the accident	2
2.1 Unit of external exposure dose assessment	2
2.2 Methodology classification	3
3. Review of method application examples	5
3.1 Review of assessment using personal dosimeters	5
3.2 Review of assessment using simulation	11
4. Points to be considered for dose assessment using personal dosimeters	12
4.1 Overview of the points	12
4.2 Selection of personal dosimeters	12
4.3 Measurement using personal dosimeters	12
4.4 Data analysis	13
5. Points to be considered for dose assessment using simulation	15
5.1 Overview of the points	15
5.2 Life behavior pattern	16
5.3 Ambient dose equivalent rate	17
5.4 Conversion factor	18
6. Points to be considered for dose assessment of the area	20
6.1 Character of target group	20
6.2 Representativeness	20
7. Points to be considered for information management	23
7.1 Information management	23
7.2 Categories of information provided to residents	23
7.3 Way of providing information to residents	24
8. Summary	26
Acknowledgements	27
References	27
Appendix Committee on the utilization of personal dose data in Fukushima Prefecture	32

表リスト

表 1	個人被ばく線量評価手法の分類-----	4
表 2	福島再生加速化交付金（帰還・移住等環境整備）「23. 個人線量管理・線量低減活動支援事業」令和 2 年度事業実施箇所一覧-----	7
表 3	個人線量管理・線量低減活動支援事業の公開情報-----	8
表 4	大規模かつ継続的に住民の個人被ばく線量評価を実施している自治体の公開情報-----	10
表 5	個人被ばく線量推計パラメータの不確実性と活用可能なツール-----	15
表 6	平成 22 年国勢調査における特定復興再生拠点区域を持つ 6 自治体（富岡町、大熊町、双葉町、浪江町、葛尾村、飯舘村）の人口割合 -----	22
表 7	住民への情報提供方法の例-----	25
表 8	個人被ばく線量評価における目的と手法の組合せ-----	26

図リスト

図 1	個人被ばく線量評価に用いられる諸量とモニタリング量との関係-----	2
-----	------------------------------------	---

This is a blank page.

1. はじめに

東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故に伴い設定された避難指示区域については、空間線量率の減少や除染の進捗に従って区域の再編がなされてきた。2017年には、さらなる帰還困難区域の復興、及び再生を加速するため、「特定復興再生拠点区域」が自治体ごとに設定され、2022年から2023年春にかけての当該区域の避難指示解除を目指し、国と自治体が一体となって帰還環境整備が進められている。特定復興再生拠点区域外については、自治体の要望や与党提言を受け、2021年8月開催の第30回復興推進会議及び第55回原子力災害対策本部会議の合同会合において、2020年代をかけて帰還意向に応じた除染、及び避難指示解除を目指すことが決定されている。

福島県内の福島第一原子力発電所事故の被災地域では、「帰還に向けた安全・安心対策に関する基本的考え方（線量水準に応じた防護措置の具体化のために）」（平成25年11月原子力規制委員会）に基づき、個人被ばく線量の把握・管理が行なわれている。また、「帰還に向けた安全・安心対策に関する基本的考え方（線量水準に応じた防護措置の具体化のために）」（平成25年11月原子力規制委員会）では住民の帰還に向けた取り組みとして、住民の帰還判断に資するよう、帰還後に想定される住民の個人被ばく線量の水準を帰還前から把握しておくことが重要であるとしている。個人被ばく線量の測定は、主に避難指示解除後の区域に居住する住民や、避難指示区域に一時立ち入りする住民に対して行われており、住民が自らの個人被ばく線量を把握すること、及び自治体が住民の個人被ばく線量の水準を把握し活用することで、放射線の健康影響等に対する住民の不安軽減に役立てられている。

事故後10年が経過し、現在の福島第一原子力発電所周辺の状況は、ICRP Publication 111で定義される緊急時被ばく状況から事故後の復旧状況において実施されるべき「最適化プロセス」の段階に入っていると考えることができる¹⁾。そのような防護戦略の最適化に際しては、これまでの緊急時被ばく状況とその後の現存被ばく状況の精査が必要となるが、事故の社会的影響が大きかったことから、網羅的、全体的に精査されている状況とは言い難い。

このような状況を踏まえ、内閣府原子力被災者生活支援チームでは、「令和3年度福島県における個人線量データの活用等に係る検討事業」として、4回の有識者検討会において、下記の項目について議論を行った。

- (ア) 個人線量データ取得の機会について
- (イ) 個人線量データ取得の際の留意点について
- (ウ) 個人線量データ取得状況のフォロー
- (エ) 個人線量データの今後の取扱いについて

本報告書では、今後の特定復興再生拠点区域、及び特定復興再生拠点区域外の帰還困難区域の避難指示解除に際して、帰還後に想定される住民の個人被ばく線量水準を、帰還前から把握しておくために適用可能な手法のレビューと、実施時の留意点をまとめるものである。

2. 福島第一原子力発電所事故後の個人被ばく線量評価を取り巻く状況

2.1 個人被ばく線量評価に係る諸量の関係性

本報告書においては、福島第一原子力発電所事故で放射性セシウム (^{134}Cs , ^{137}Cs) の影響が大きく、「外部被ばく」の方が圧倒的に「内部被ばく」の影響を上回ることから²⁾、土壌に沈着した放射性セシウムからの「外部被ばく」を主なテーマと位置付ける。

外部被ばくに係る諸量は、人体内の臓器・組織の吸収線量等の物理量を基本とし、等価線量及び実効線量の「防護量」、周辺線量当量等の「実用量」に大別される。図 1 に、外部被ばくによる人体の被ばく線量を評価するために用いられている諸量の関係を示す。実効線量 E は、まず放射線のエネルギー付与による各臓器の吸収線量 R (Gy) に、放射線の種類やエネルギーに応じた生物学的効果を反映した重み付けをする放射線荷重係数を乗じて等価線量 H_T (Sv) を求め、これに各臓器の放射線感受性を考慮した組織荷重係数を掛けた後、全身の臓器について合算し評価される。すなわち、様々な種類の放射線の被ばくによる全身のリスクを、ひとつの指標で表現することができる。一方、等価線量や実効線量は人体内の線量のため、直接測定することができないことから、実測できる数値として考案されたのが実用量である。これらの実用量は、いわゆる計測器により得られる「モニタリング量」として測定される。防護量と実用量の関係については、ICRP Publication 74 において、線源からの照射条件別に、計算シミュレーション等により数値テーブル化されている³⁾。

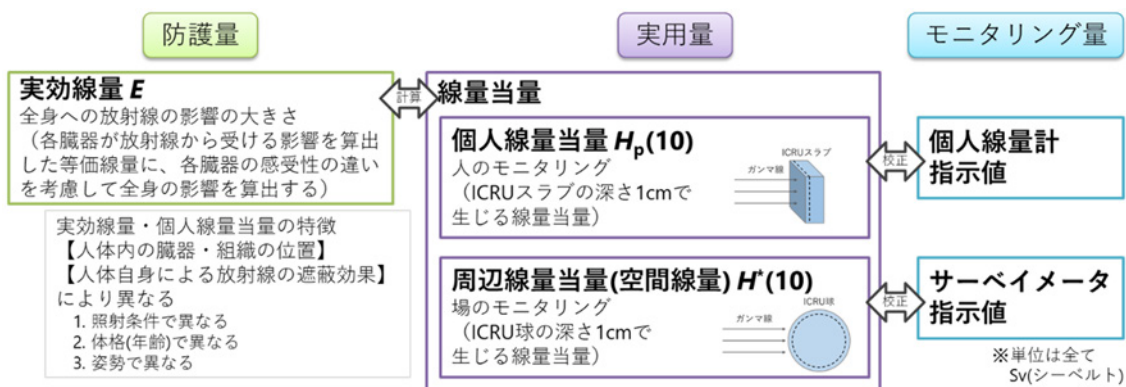


図 1 個人被ばく線量評価に用いられる諸量とモニタリング量との関係

放射線防護の観点では、個人被ばく線量として防護量である実効線量が求められる。実効線量の推計には様々な手法があるが、一般に以下の式で表すことができる⁴⁾。

$$E = \sum c \cdot \dot{D}(p) \cdot t(p) \quad (1)$$

- E : ある期間に受ける実効線量
 c : 計測可能な線量から実効線量への換算係数
 $\dot{D}(p)$: 場所 p における計測可能な線量率
 $t(p)$: 場所 p における滞在時間

実効線量は直接測定できないため、計測可能な量を元に換算係数を乗じて求める。計測可能な線量としては主に個人線量当量や周辺線量当量が用いられる。評価する期間に対して上記の式の積算を行うことで、当該期間の実効線量を評価できる。

本報告書では、計測可能な線量として「個人線量計で測定した個人線量当量を用いる場合」、及び「サーベイメータ等で測定した周辺線量当量を用いる場合」を中心に検討し、それぞれの個人被ばく線量評価手法のレビューと評価時の留意点の整理を行った。

(1) 「個人線量計で測定した個人線量当量を用いる場合」について

土壌に沈着した放射性セシウムのガンマ線による被ばく状況は、水平方向からの寄与が大きい⁵⁾ため、回転照射ジオメトリに近似できる。回転照射ジオメトリの場合には、個人線量当量は防護量である実効線量に近い値を示す³⁾ことから、近似的に、個人線量計を用いた測定結果を個人の被ばく線量とみなすことが多い。また、個人線量計を着用して生活することから、比較的精度良く個人被ばく線量が求められるという特徴がある。なお、図 1 に示すように、厳密には異なるが、本報告書では「個人線量計で測定した値」を「個人線量当量」と表記する。

(2) 「サーベイメータ等で測定した周辺線量当量を用いる場合」について

周辺線量当量は照射条件によらず実効線量よりも大きな値を示す³⁾が、上述の通りそれらの量的関係は整理されているため、実測して得た周辺線量当量から実効線量を計算することができる。実効線量は、評価対象者の行動パターンを考慮することで一定程度の精度で推計することが可能であり、個人線量計を用いた長期間の測定なしに現実的な個人被ばく線量を求めることができるという特徴がある。なお、本報告書では「サーベイメータ等で測定した値」を便宜的に、「空間線量率」と表記する。また、空間線量率を滞在時間で積算した数値について、「周辺線量当量」と表記する。

なお、本報告書で「個人被ばく線量」は、個人線量計で測定した「個人線量当量」や、サーベイメータ等で測定した空間線量率を基にシミュレーションで推計された「実効線量」を包含する用語として使用する。

2.2 個人被ばく線量評価手法の分類

個人被ばく線量の評価には、個人線量計による個人線量当量の「実測」と計算コードを用いた「シミュレーション」があり、福島第一原子力発電所事故の影響地域においても、その組み合わせの異なるいくつかの手法が適用されている。個人被ばく線量評価の目的は、時間軸及び対象で分類できる。時間軸では、過去の個人被ばく線量を評価するための「遡及的」評価、及び除染や避難区域の政策決定に用いられる「予測的」評価に分けられる。また、対象は個人の評価と集団の評価に大別できる。個人被ばく線量評価で目的とする時間軸及び対象に応じて、最適な手法を適用すべきである。表 1 に代表的な個人被ばく線量評価手法の分類を示す。

個人線量計による個人線量当量の実測例としては、内閣府の行う福島再生加速化交付金事業の一環として、各市町村により、住民の個人線量当量を 1 年間のうちの一定期間測定する事業が挙げられる。このような政府及び自治体の行う個人被ばく線量評価事業は個人へのサービスの面が大きい。このような一部期間のデータを元に 1 年間の個人被ばく線量を算出し、個人被ばく線

量の集団での水準をモンテカルロシミュレーションで評価する研究例が報告されている⁶⁾。

一方、集団を対象とした個人被ばく線量評価には、実測よりもシミュレーションが活用される。一般的にシミュレーションは、生活の行動パターンに合わせた滞在位置の空間線量率や滞在時間、屋内外の空間線量率の低減係数などのパラメータを用い、個人被ばく線量を計算する。Sato ら (2019)⁷⁾は、福島第一原子力発電所周辺に居住する住民の行動パターンを聞き取り、その行動パターンに合わせて個人被ばく線量を評価している。また、Takahara ら (2020)⁸⁾は、福島市におけるアンケート調査を元に集団の行動パターンを仮定し、確率論的に集団の個人被ばく線量を評価する手法を提案している。

これらの手法の適用状況や特徴について詳細を次章以降に示す。

表 1 個人被ばく線量評価手法の分類

手法	時間軸	評価対象	主な用途	c	$\dot{D}(p)$	$t(p)$
個人線量計による測定	遡及的	個人	自身の受けた個人被ばく線量を把握する	1 (個人線量当量を個人被ばく線量とみなす)	個人線量当量	実測
個人線量計による測定とシミュレーションの組合せ	遡及的	集団	避難指示解除区域の個人被ばく線量レベルを評価する	1 (個人線量当量を個人被ばく線量とみなす)	個人線量当量	実測＋聞き取り
個人の生活行動を仮定した空間線量率に基づくシミュレーション	予測的、遡及的	個人	特定の生活行動パターンの個人被ばく線量を評価する	シミュレーションに基づく係数	空間線量率	実測 or 聞き取り
集団の行動等の各パラメータの分布を仮定した確率論的シミュレーション	予測的、遡及的	集団	解除済、及び未解除の区域で集団の個人被ばく線量レベルを評価する	シミュレーションに基づく係数	初期沈着量を元にした空間線量率の推定値	聞き取り

3. 個人被ばく線量評価手法のレビュー

3.1 個人線量計による実測例のレビュー

事故後、福島県をはじめ多くの自治体で住民の個人線量当量を実測する取り組みがなされている。これらの多くは福島再生加速化交付金事業⁹⁾で行われており、自治体ごとに個人線量計を住民の希望者に貸し出すサービスが基本となっている。各自治体で実施されている事業の概観について表 2 に、公開されている情報元一覧を表 3 に示す。各自治体の事業内容は、住民に貸し出す個人線量計の点検校正（点検校正）、及び住民への貸し出しと測定データの読み出し、個人への情報提供（貸出・情報提供）に大別でき、事業内で点検校正のみを実施している自治体では、貸出・情報提供は職員が実施している。これらの事業は希望する住民個人へのサービスを目的としており、結果は基本的に公開されていないが、一部自治体では本事業内での測定結果を統計情報としてホームページや広報誌等で公開している。

本事業以外に、大規模かつ継続的に個人線量計による測定を実施し、その結果を公開している自治体について表 4 に示す。これらの自治体では、専門家のアドバイスを元に測定結果を年齢や地区ごとに統計的な情報として公開していることが特徴的である。

政府の行う事業としては、環境省の実施する大規模な住民の個人被ばく線量評価事業である「福島県内における住民の個人被ばく線量把握事業（平成 26 年度は福島県内における住民の個人被ばく線量把握・管理事業）」が挙げられる。本事業は、平成 26 年度¹⁰⁾には田村市と川内村において、個人線量計を用い延べ 95 名の住民から個人線量当量データ（田村市で延べ 83 名（1 人平均 163 日）、川内村で 12 名（1 人平均 81 日））を取得している。また、有識者を集めた技術検討会を実施し、「東京電力福島第一原子力発電所事故後の住民の個人被ばく線量の測定や結果の取扱い等に関するガイドライン¹¹⁾」を策定した。また、平成 27 年度¹²⁾には田村市、川内村、楡葉町において、個人線量計を用いて、延べ 59 名の住民から個人線量当量データ（田村市で 25 名（1 人平均 177 日）、川内村で 21 名（1 人平均 226 日）、楡葉町で 13 名）を取得している。これらの事業は複数の個人に対し 100 日以上個人線量当量測定を実施した稀有な例であるが、平成 28 年度以降は環境省ホームページにおける報告書の開示はされていない。

研究者個人もしくは自治体と連携した取り組みとして、個人被ばく線量評価を学術的に解析した複数の事例が報告されている。Murakami ら（2019）¹³⁾は、2013 年から 2016 年まで南相馬市から提供された延べ 20,000 名を超える住民の個人線量当量データと航空機モニタリングによる広域な空間線量率データを比較し、いわゆるモニタリング量である航空機モニタリングによる空間線量率と個人線量当量の関係性を統計的に解析している。Naito ら（2016）¹⁴⁾も同様に、航空機モニタリングによる空間線量率と個人線量当量の関係性を考察しているが、個人の行動パターンに着目し、細かな行動記録を同時に取得することによって、屋内外の差異について考察している。Adachi ら（2016）¹⁵⁾や Nomura ら（2016）¹⁶⁾は、児童生徒に着目し、大量の実測データから、前者は国内の他地域やヨーロッパの高校との差異を考察し、後者は南相馬市で受ける個別の滞在位置における個人線量当量を求めている。また、Uchiyama ら（2020）¹⁷⁾は、東京都、及び福島県に駐在する東京電力ホールディングスの社員 300 名の個人線量当量データと GPS による行動パターンを比較し、年間の個人被ばく線量は概ね 1 mSv 以下であること、及び屋外就業者の受ける個

人被ばく線量が有意に高いことを示した。同様の調査として、Sato ら (2022) ¹⁸⁾は次章以降に説明する生活行動パターンを考慮したシミュレーションの精度検証のため、個人線量当量データとGPSによる位置情報を組み合わせ 36 名から延べ 148 日分のデータを取得し、屋内外の差異について考察している。

これらの個人線量計による個人線量当量の実測は、放射線の健康影響等に対する住民の不安軽減に役立てられている。自治体によっては数千から数万の住民を対象としており、住民全体の個人被ばく線量の水準の検討に十分なデータが得られている。また、継続的な調査の結果からは、事故からの時間経過とともに個人被ばく線量が減少してきているという傾向も読み取れる。一方で、個人線量当量の取得・解析、及び空間線量率との比較について、データの代表性に関する考察の欠如、比較する空間線量率データの特性を加味した解析の必要性、分析手法や適用する統計学的手法のミスマッチなどの問題点を学術的観点から指摘する声もあり ¹⁹⁾、現在でも測定結果の解釈に関する最適化が試行されている。個人線量当量実測に係る留意点については、4 章にまとめる。

表 2 福島再生加速化交付金（帰還・移住等環境整備）「23. 個人線量管理・線量低減活動支援事業」令和2年度事業実施箇所一覧

No	事業名（令和2年度）	事業主体	対象者	個人線量計の種類	事業概要		結果の公開	
					点検校正	貸出・ 情報提供	有無	公開内容
1	帰還住民放射能対策機器点検校正事業	南相馬市	南相馬市民	DOSEe	○		×	
2	健康管理支援事業（個人積算線量測定）	南相馬市	南相馬市民	ガラスバッジ		○	○	統計情報のみ
3	帰還住民個人線量計管理業務事業	広野町	広野町民	D シヤトル	○	○	○	個別測定値あり （グラフのみ）
4	放射線検出器校正事業	楡葉町	楡葉町民	ガラスバッジ	○		×	
5	町民放射線被ばく健康管理事業	富岡町	富岡町民	D シヤトル		○	○	個別測定値あり
6	線量計機器点検校正業務委託事業	富岡町	富岡町民	DOSEe	○		×	
7	個人線量管理業務委託事業	大熊町	大熊町民	D シヤトル	○	○	×	
8	個人線量計校正事業	双葉町	①健康福祉課対象者世帯 ②双葉町職員や一時帰宅実施双葉町民	①DOSEe ②マイドーズミニ	○		×	
9	個人被ばく線量測定事業	双葉町	双葉町民	D シヤトル		○	○	個別測定値あり
10	外部被ばく線量測定事業	浪江町	・浪江町民 ・浪江町で仕事をしている人	D シヤトル	○	○	×	
11	放射能測定器校正事業	浪江町	浪江町民	ルミネスバッジ		○	○	統計情報のみ
12	個人積算線量計配付・測定事業	郡山市	未就学児童	ガラスバッジ		○	○	統計情報のみ
13	放射線不安解消事業	伊達市	伊達市民	DOSEe	○		×	
14	外部被ばく検査事業	伊達市	伊達市民	①ガラスバッジ ②D シヤトル		○	○	統計情報のみ
15	放射線対策健康管理事業	国見町	国見町民	ガラスバッジ		○	○	統計情報のみ
16	放射線被ばく線量健康管理事業	西郷村	西郷村民	ガラスバッジ		○	○	統計情報のみ
17	個人被ばく線量測定事業	中島村	中島村民	①DOSEe ②ルミネスバッジ		○	×	
18	個人線量計管理業務事業	玉川村	主に未就学児童・小中学生	ZP-144P	○	○	×	
19	放射能健康不安対策事業	小野町	小野町民	DOSEe		○	×	
20	個人線量管理事業	双葉地方広域 市町村圏組合	①事務局職員 ②南部衛生センター職員	ガラスバッジ		○	×	

表 3 個人線量管理・線量低減活動支援事業の公開情報 (1/3)

No	事業名 (令和 2 年度)	公開 URL (2023 年 1 月参照)	結果の公開内容
1	帰還住民放射能対策 機器点検校正事業	・ 南相馬市 帰還環境整備事業計画 帰還環境整備事業等個票 (3)-23-1 https://www.city.minamisoma.lg.jp/material/files/group/7/20200527_8rnbkg.pdf ・ 南相馬市 帰還・移住等環境整備事業計画について https://www.city.minamisoma.lg.jp/portal/sections/12/1230/12102/5/1/1015.html	
2	健康管理支援事業 (個人積算線量測定)	・ 南相馬市 帰還環境整備事業計画 帰還環境整備事業等個票 (3)-23-2 https://www.city.minamisoma.lg.jp/material/files/group/7/20200527_8rnbkg.pdf ・ 南相馬市 帰還・移住等環境整備事業計画について https://www.city.minamisoma.lg.jp/portal/sections/12/1230/12102/5/1/1015.html ・ 個人積算線量測定結果 https://www.city.minamisoma.lg.jp/portal/health/hoshasen_hibaku/3/1/index.html	3 か月ごとの個人積算線量測定結果をホームページで公開
3	帰還住民個人線量計 管理業務事業	・ 広野町 帰還環境整備事業計画 帰還環境整備事業等個票 (3)-23-2 https://www.town.hirono.fukushima.jp/_res/projects/default_project/_page/_001/002/825/29-1-3.pdf ・ 福島再生加速化交付金事業計画 https://www.town.hirono.fukushima.jp/chousei/fukkou/1001668/1002823/index.html ・ 放射線相談室だより (外部被ばく線量情報は例年 2 月号) https://www.town.hirono.fukushima.jp/chousei/fukkou/1001679/1002654.html	年末年始付近の 2 週間で 50 人程度が測定した結果を放射線相談室だよりで公開
4	放射線検出器校正事業	・ 楡葉町 帰還環境整備事業計画 帰還環境整備事業等個票 (3)-23-2 https://www.town.naraha.lg.jp/Files/2020/【様式 1-3】放射線検出機器校正事業.pdf ・ 再生加速化交付金 https://www.town.naraha.lg.jp/admin/cat346/cat364/	
5	町民放射線被ばく健康 管理事業	・ 富岡町 帰還環境整備事業計画 帰還環境整備事業等個票 (3)-23-3 https://www.tomioka-town.jp/material/files/group/3/29yousiki1-3.pdf ・ 福島再生加速化交付金事業計画について https://www.tomioka-town.jp/soshiki/kikaku/kikakuseisaku/gyomu/429.html ・ 町内勤務者(町役場)の外部被ばくによる積算線量測定 https://tomioka-radiation.jp/hibaku/integrated-dose.html	町役場に勤務している 6 名を対象に約 2 週間測定した結果を公開 (個別測定値あり)
6	線量計機器点検校正 業務委託事業	・ 富岡町 帰還環境整備事業計画 帰還環境整備事業等個票 (3)-23-4 https://www.tomioka-town.jp/material/files/group/3/29yousiki1-3.pdf ・ 福島再生加速化交付金事業計画について https://www.tomioka-town.jp/soshiki/kikaku/kikakuseisaku/gyomu/429.html ・ 大熊町 帰還環境整備事業計画 帰還環境整備事業等個票 (最新は平成 29 年度 (3)-23-2) https://www.town.okuma.fukushima.jp/uploaded/attachment/4503.pdf ・ 交付金等の公表 https://www.town.okuma.fukushima.jp/life/5/33/135/	
7	個人線量管理業務委託 事業	・ 双葉町 帰還環境整備事業計画 帰還環境整備事業等個票 (3)-23-1 https://www.town.fukushima-futaba.lg.jp/secure/8100/29-1-3.pdf ・ 福島再生加速化交付金 事業計画について https://www.town.fukushima-futaba.lg.jp/5598.htm	
8	個人線量計校正事業		

表 3 個人線量管理・線量低減活動支援事業の公開情報 (2/3)

No	事業名 (令和 2 年度)	公開 URL (2023 年 1 月参照)	結果の公開内容
9	個人被ばく線量測定事業	・ 双葉町 帰還環境整備事業計画 帰還環境整備事業等個票 (3)-23-6 https://www.town.fukushima-futaba.lg.jp/secure/8100/29-1-3.pdf ・ 福島再生加速化交付金 事業計画について https://www.town.fukushima-futaba.lg.jp/5598.htm ・ 放射線量等検証委員会 https://www.town.fukushima-futaba.lg.jp/9139.htm	特定復興再生拠点内での復興事業等従事者や準備宿泊者の個人線量計測定結果を公開
10	外部被ばく線量測定事業	・ 浪江町 帰還環境整備事業計画 帰還環境整備事業等個票 (3)-23-1 https://www.town.namie.fukushima.jp/uploaded/attachment/16584.pdf ・ 福島再生加速化交付金 (帰還環境整備) 事業計画 https://www.town.namie.fukushima.jp/soshiki/2/16202.html	
11	放射能測定器校正事業	・ 浪江町 帰還環境整備事業計画 帰還環境整備事業等個票 (3)-23-5 https://www.town.namie.fukushima.jp/uploaded/attachment/16584.pdf ・ 福島再生加速化交付金 (帰還環境整備) 事業計画 https://www.town.namie.fukushima.jp/soshiki/2/16202.html ・ バッジ式線量計の 7 年間の測定結果をまとめました。 https://www.town.namie.fukushima.jp/soshiki/6/26660.html	平成 25 年度から令和元年度の結果をまとめて公開 (統計情報のみ)
12	個人積算線量計配付・測定事業	・ 未就学児童の個人積算線量測定 https://www.city.koriyama.lg.jp/site/kosodate/1271.html ・ 児童・生徒の個人積算線量測定 https://www.city.koriyama.lg.jp/soshiki/197/2334.html	年 3 回の測定結果を公開 (統計情報のみ)
13	放射線不安解消事業	公開情報なし	
14	外部被ばく検査事業	・ 伊達市 帰還環境整備事業計画 帰還環境整備事業等個票 (3)-23-4 https://www.city.fukushima-date.lg.jp/uploaded/attachment/55954.pdf ・ 伊達市福島再生加速化交付金事業計画の公表について https://www.city.fukushima-date.lg.jp/soshiki/9/15316.html ・ 伊達市総合福祉計画 ※健康だて 21 第 2 次計画 【平成 29 年 3 月版】 https://www.city.fukushima-date.lg.jp/soshiki/14/28095.html	平成 24 年度から平成 28 年度の結果を公開 (統計情報のみ)
15	放射線対策健康管理事業	・ 国見町 帰還環境整備事業計画 帰還環境整備事業等個票 (3)-23-1 https://www.town.kunimi.fukushima.jp/uploaded/attachment/5520.pdf ・ 福島再生加速化交付金 (帰還環境整備) について https://www.town.kunimi.fukushima.jp/soshiki/2/2520.html ・ 広報くにみ (ガラスバッジ測定結果は例年 1 月末頃のお知らせ版) https://www.town.kunimi.fukushima.jp/site/kouhou/	8 月から 10 月に希望者 100 名以上が測定した結果を広報で公開 (統計情報のみ)

表 3 個人線量管理・線量低減活動支援事業の公開情報 (3/3)

No	事業名 (令和 2 年度)	公開 URL (2023 年 1 月参照)	結果の公開内容
16	放射線被ばく線量健康管理事業	- 西郷村 帰還環境整備事業計画 帰還環境整備事業等個票 (3)-23-4 https://www.vill.nishigo.fukushima.jp/material/files/group/10/kikanzizyougaizou.pdf - 帰還環境整備事業 - 広報にしごう (ガラスバッジ測定結果は例年 6 月号) https://www.vill.nishigo.fukushima.jp/soshiki/kankyohozohenka/housyanoutaisaku/2305.html	9 月から 11 月に小中学生以下を対象に測定した結果を広報で公開 (統計情報のみ)
17	個人被ばく線量測定事業	- 中島村 帰還環境整備事業計画 帰還環境整備事業等個票 (最新は平成 31 年度 (3)-23-2) http://www.vill-nakajima.jp/data/doc/1556157155_doc_20_0.pdf - 福島再生加速化交付金 (帰還環境整備) 事業計画について http://www.vill-nakajima.jp/page/page000552.html	
18	個人線量計管理業務事業	- 玉川村 帰還環境整備事業計画 帰還環境整備事業等個票 (最新は平成 31 年度 (3)-23-2) https://www.vill.tamakawa.fukushima.jp/blogfiles/b0b0926a3ef0a41a098a4fc7b73b2d3ee21e7c66.pdf - 福島再生加速化交付金 (帰還環境整備) 事業計画について http://www.vill.tamakawa.fukushima.jp/living/living_move12/001959.php	
19	放射能健康不安対策事業	- 小野町 帰還環境整備事業計画 帰還環境整備事業等個票 (3)-23-3 https://www.town.ono.fukushima.jp/uploaded/attachment/11828.pdf - 再生加速化交付金 (帰還環境整備事業計画) https://www.town.ono.fukushima.jp/soshiki/6/saiseikasokukakoufukinn.html	
20	個人線量管理事業	- 双葉地方広域市町村圏組合 帰還環境整備事業計画 帰還環境整備事業等個票 (3)-23-1 http://www.futaba-koiki.jp/pdf/kasokuka/38_1-3kasokuka20220701.pdf - 双葉地方広域市町村圏組合の福島再生加速化交付金事業について http://www.futaba-koiki.jp/work_kasokuka201704.html	

表 4 大規模かつ継続的に住民の個人被ばく線量評価を実施している自治体の公開情報

No	自治体	公開 URL (2023 年 1 月参照)
1	福島市	令和 3 年度個人外部被ばく積算線量計 (ガラスバッジ) による測定結果【令和 4 年 3 月 4 日更新】 https://www.city.fukushima.fukushima.jp/hoken-hk/bosai/bosaiki/shinsai/hoshano/hosha/hkenkou-kanri190205.html
2	須賀川市	個人線量計測定 https://www.city.sukagawa.fukushima.jp/shinsai_genshiryoku_joho/kukanhosyasen/1003982/index.html
3	相馬市	個人積算線量計による外部被ばく線量測定結果 https://www.city.soma.fukushima.jp/housyasen/kenkou_taisaku/5512.html
4	二本松市	市民放射線被ばく量調査報告 https://www.city.nihonmatsu.lg.jp/page/page001159.html

3.2 シミュレーションによる個人被ばく線量評価手法のレビュー

現存被ばくのような、日常の個人被ばく線量の評価においては、職業被ばく管理とは異なり、年間を通して継続的に住民の個人被ばく線量を実測することは難しい。そのような状況を踏まえ、個人被ばく線量評価に関わるパラメータをあらかじめ準備し、計算シミュレーションを活用する事例が報告されている。

Tsubokura ら (2019) ²⁰⁾は南相馬市における除染のタイミングと個人被ばく線量の統計的な差異から、個人被ばく線量に与える除染の効果を評価した。この評価の際、大量のデータの傾向をつかむため、測定データの場所と期間にデータをカテゴライズし、除染前後の個人被ばく線量低減率を求めた。また、重回帰分析とモンテカルロシミュレーションを用いて、放射性物質の崩壊の影響を除いた除染による個人被ばく線量低減率を算出した。このような取り組みは集団の遡及的な個人被ばく線量を求める目的に対し、実測とシミュレーションを組み合わせた例と言える。

上記のような、基本的に個人線量当量の実測値を元にして足りない情報を補う手法とは異なり、空間線量率の情報を元に個人被ばく線量を推定する手法も報告されている。Sato ら (2019) ⁷⁾は、歩行サーベイや走行サーベイにより連続的に測定した空間線量率情報、住民から聞き取った位置情報と滞在時間、屋内外の低減係数、及び周辺線量当量から実効線量への換算係数を元に、年間の個人被ばく線量を算出する手法を開発している。この手法の精度については、個人線量計で測定した情報と比較し評価が進められている ¹⁸⁾。開発された手法は、原子力規制庁の行う事業に採用されており、避難指示区域が解除された際の住民の予測的な個人被ばく線量評価などに用いられている ^{21), 22)}。「生活行動モデル」と定義できるこの手法は、実測が困難な帰還困難区域内での住民各人の個人被ばく線量の予測的な評価に有効であると考えられる。

「生活行動モデル」のような個人に着目した評価手法に対し、自治体単位などの集団を対象とした個人被ばく線量を評価する手法が報告されている。Takahara ら (2020) ⁸⁾は、集団の行動等の各パラメータの分布を仮定しモンテカルロシミュレーションを用いることで、集団の個人被ばく線量を確率論的に評価する手法を考案している。また、福島市における個人線量当量の測定結果と比較することで精度評価を行っている。ICRP の勧告 ²³⁾によれば、個人被ばくを制限するために「代表的個人」という考え方が推奨されている。代表的個人は、同レポートに「集団から無作為に抽出された人が比較的大きな線量を受ける確率がおおよそ 5%以下である」という定義がされており、本手法のようなシミュレーション結果は個人被ばくの防護政策と相性が良い。

このように、シミュレーションによる個人被ばく線量評価を用いることで、予測的評価及び集団の評価が可能となる。一方で、パラメータを使用して評価することから、一定の不確実性も存在しており、それらの最適化が試行されている。個人被ばく線量シミュレーションに係る留意点については、5章にまとめる。

4. 個人線量当量実測に係る留意点

4.1 個人線量当量実測に係る留意点の概要

本章で述べる個人線量当量の実測は、個人線量計を用いた個人線量当量の測定を指す。環境中での被ばくに近い回転照射の場合には、個人線量当量は防護量である実効線量に近い値を示すことから³⁾、個人線量計を用いた測定結果を近似的に個人被ばく線量とみなすことが多い。ただし、個人線量当量と実効線量は必ずしも一致しないことに留意する必要がある。さらに、個人線量計による測定結果を正しく理解するためには、使用する測定機器の特徴を理解した上で、適切な条件のもとに測定や評価を実施する必要がある。また、避難指示解除前に帰還困難区域内で実測を行う機会は限られている。ここでは、準備宿泊等の機会に個人線量当量を実測する際の留意点について、次節以降に示す。

4.2 測定機器選定における留意点

個人線量計は、パッシブ型個人線量計とアクティブ型個人線量計に大別できる。パッシブ型個人線量計は、一定期間の積算線量を測定するものである。電力を必要としないため長期間の測定が可能であり、耐久性や信頼性が高いが、測定結果をリアルタイムには確認できない。パッシブ型個人線量計には、蛍光ガラス線量計や OSL（光刺激ルミネッセンス）線量計等がある。アクティブ型個人線量計は、一定の時間間隔で個人線量当量を取得できるものである。経時的なトレンドを確認することができ、リアルタイムに個人線量当量を確認できるものも多い。一方、物理的な衝撃や電磁ノイズの影響を受けやすく、また電力を必要とするため長期間の使用には適さないものが多い。アクティブ型個人線量計としては、主に電子式個人線量計が用いられている。それぞれの機器の特徴を理解し、目的に応じて個人線量計の種類を選択する必要がある。

また、個人線量計の指示値は個人線量当量 $H_p(10)$ に校正されているが、機器ごとに特性が異なる。放射線医学総合研究所と日本原子力研究開発機構は、福島県内で住民の個人被ばく線量測定に用いられている電子式個人線量計 5 種類の特性を比較した²⁴⁾。3 種類のファントムにそれぞれ個人線量計を取り付け、 ^{137}Cs ガンマ線標準照射場を用いて回転照射を行った結果、個人線量計の種類によって 14%～25%の違いがあったと報告している。この違いは、個人線量計の感度のエネルギー特性や方向特性等に起因していると考えられる。このことから、機器の特性を考慮して、機器の選定や結果の解析を行う必要がある。

4.3 測定上の留意点

(1) 装着状況

個人被ばく線量を適切に測定するためには、メーカーが指定する位置に、正しく個人線量計を装着する必要がある。一方で、入浴時等は個人線量計を装着できず、それ以外の場面でも個人線量計を連続的に装着することは個人に負担をかけることになる。環境省の「東京電力福島第一原子力発電所事故後の住民の個人被ばく線量の測定や結果の取扱い等に関するガイドライン¹¹⁾」では、装着できない時間は、測定者のなるべく近くに置いておくことが望ましいとしている。また、前述した Nomura ら (2015)²⁵⁾による南相馬市の小中学生を対象とした個人被ばく線量調査にお

いては、1日中個人線量計を装着したデータは全体の7%程度であったとしている。本調査においては、装着が確認できたデータと装着に不備があったデータとを統計的に比較して有意差がなかったと考察しているが、個人線量計を身体に装着しない場合、身体による遮蔽効果がないために個人線量計は実際の個人被ばく線量よりも高めの値を示す可能性があるため、政策的に実測データを参照する際には注意が必要である。これらのことから、帰還後に想定される住民の個人被ばく線量の水準を把握する目的で、準備宿泊等の際に住民等が個人被ばく線量を実測する場合には、①原則的に正しく装着すること、②装着できない時間は測定者のなるべく近くに置いておくこと、③解析に利用できるよう可能な限り装着状況を記録しておくこと、が望ましい。

(2) 行動記録の取得

帰還後に想定される住民の個人被ばく線量の水準を把握する目的で、準備宿泊等の際に住民等が個人線量当量を実測する場合には、滞在場所や滞在時間等の行動記録を併せて取得し、評価することが個人被ばく線量の低減に効果的である。時間ごとのトレンドを出力できる電子式個人線量計を用い、個人被ばく線量と行動記録を突き合わせることで、いつどこでどの程度の線量を受けたかを解析でき、対策を講じることができる。行動記録の補助として、スマートフォン等のGPS情報も活用できる。

4.4 評価上の留意点

(1) 自然放射線による個人被ばく線量の取扱い

測定された個人被ばく線量には、天然核種による自然放射線の寄与が含まれる。事故による追加被ばく線量を求める場合には、自然放射線の寄与を差し引く必要がある。自然放射線による空間線量率（以下、バックグラウンド空間線量率）は地域によって異なるため、理想的には測定地域の自然放射線の寄与を差し引くことが望ましいが、個人線量計の測定において地点ごとの自然放射線の寄与を特定することは難しい。地点ごとの自然放射線による寄与の特定には、コントロールバッジを用いる方法が一般的だが、この考え方は、事故前における職業被ばく評価を目的とした個人線量計の使用を前提としており、事故後のような広い地域の住民の個人被ばく線量評価時には必ずしも最適化されていない。このため、個人線量計の種類によって仮定や条件を明確にして求められた、自然放射線による個人被ばく線量の値を用いる。以下に代表的な個人線量計での自然放射線による個人被ばく線量の評価方法例について列挙しておく。

- ガラスバッジ（株式会社千代田テクノル）²⁶⁾やルミネスバッジ（長瀬ランダウア株式会社）²⁷⁾: 事業所毎に、コントロールバッジを放射線の影響を受けない場所に保管し、その値を自然放射線による個人被ばく線量として差し引いた結果が提供される。自然放射線による個人被ばく線量はコントロールバッジの保管場所に依存する。コントロールバッジがない場合は、サービス提供会社の基準を用いる。事故後は自然放射線による個人被ばく線量と追加被ばく線量の識別が難しいため、サービス提供会社の基準を用いるケースが多い。
- 各種電子式個人線量計: 個人線量計の測定結果の提供段階では、自然放射線による個人被ばく線量は差し引かれない。

(2) 電子式個人線量計におけるノイズの取扱い

電子式個人線量計では、物理的な衝撃や電磁ノイズの影響を受けやすいため、測定された個人

線量当量の中に極端に大きな値（ピーク）が見られることがあるが、その原因を特定することは難しい。環境省の「東京電力福島第一原子力発電所事故後の住民の個人被ばく線量の測定や結果の取扱い等に関するガイドライン¹¹⁾」では、原因が特定できない場合にピークをノイズとして除外することについては、安全側の評価にならないため慎重を期する必要があるとしている。また、多くの場合、ピークは短時間のもので累積線量への寄与は少ないため、原因が特定された場合を除き、累積線量の集計を行っても大きな影響はないとされている。

(3) データの集計

帰還後の個人被ばく線量の水準を想定する場合、取得された一部期間のデータを1年あたり等の個人被ばく線量に換算し、集計単位を揃える必要がある。準備宿泊等の場合には、既に帰還している住民の個人被ばく線量を測定する場合と比較し、長期間の測定が難しく、帰還後と同様の生活を送ることも難しい。Takahara ら (2020)⁸⁾は、屋外滞在時間が異なることから、職業や季節によって個人被ばく線量が異なることを報告している。そのため、個人被ばく線量データを集計する際には、行動記録を元に屋外滞在時間も集計する等、個人被ばく線量に寄与する因子も併せて解析することが望ましい。

5. 個人被ばく線量シミュレーションに係る留意点

5.1 個人被ばく線量シミュレーションに係る留意点の概要

本章で述べる個人被ばく線量の推計は、空間線量率等の環境情報を元にした個人被ばく線量のシミュレーションを指す。

空間線量率を用いた推計としては、年間の追加被ばく線量 1 mSv を計算するための国の考え方、いわゆる政府モデルがある²⁸⁾。これは、1 日のうち同一地点の屋外に 8 時間、屋内に 16 時間滞在し、屋内の空間線量率が屋外の空間線量率の 0.4 倍になるとして、航空機モニタリング等で得られた地域の代表的な空間線量率を積算した周辺線量当量を、そのまま個人被ばく線量とするものである。これは事故直後に用いられたもので、個人被ばく線量を元にした空間線量率の基準等を安全側に迅速に評価することには適しているが、生活行動パターンを一律に仮定しているために、個人被ばく線量の評価手法として適用することは難しい。しかしながら、滞在時間について生活行動パターンを考慮して設定し、推計に用いる各パラメータを適切に設定することで、空間線量率等を元にしたシミュレーションでも個人被ばく線量を一定程度の精度で推計することが可能である。また、空間線量率等を元にしたシミュレーションでは、個人線量計を用いた長期間の測定なしに現実的な個人被ばく線量を求めることができるメリットがある。そのため、帰還前において、帰還後に想定される個人被ばく線量を推計する手法として活用できる。

個人被ばく線量の推計に用いられる主なパラメータについて、表 5 にパラメータの持つ不確実性、活用可能なツールを整理した。以下の各節では、それらの詳細を述べる。

表 5 個人被ばく線量推計パラメータの不確実性と活用可能なツール

主なパラメータ		不確実性	活用可能なツール
t(p)	個々の生活行動パターン	・ 記載ミス ・ GPS 情報のエラー	・ 手書きメモ ・ GPS 情報の活用
	滞在時間の統計情報	・ 集団ごとに異なる	・ 統計調査結果
Ḋ(p)	屋外空間線量率	・ 測定手法ごとに対象環境が異なる	・ 実測値 ・ 統合マップ ・ 情報公開サイトのデータ
	バックグラウンド空間線量率	・ 地域差がある	・ 論文値
	屋内空間線量率	・ 低減係数は建物の構造や配置、除染状況により異なる	・ 実測値 ・ 低減係数の文献値
c	個人被ばく線量への換算係数	・ 照射条件 ・ 体格（年齢） ・ 姿勢	・ 計算を元にした文献値 ・ 現場測定を元にした文献値

5.2 生活行動パターン

個人被ばく線量をより正確に評価するためには、対象とする個人の生活行動パターン（滞在場所及び滞在時間）を詳細に設定する必要がある。一方で、集団を対象に個人被ばく線量の水準を評価する場合は、滞在場所を屋外と屋内に大別し、それぞれの滞在時間を統計調査等から求める方法もある。本節では、個々に生活行動パターンを設定する場合と、統計的に滞在時間を設定する場合のそれぞれについて整理する。

(1) 個々の生活行動パターン

個々の生活行動パターンを取得する手法は、調査票等に記入する方法と GPS 情報を活用する方法に大別できる。調査票等に記入する方法は、広く一般に利用されており、必要に応じて様々な情報を取得できる点が利点である。事故後に福島県により実施された県民健康調査の基本調査においても、質問票が用いられている²⁹⁾。遡及的な評価にも予測的な評価にも用いることができるため、帰還後の生活行動パターンを想定する場合には、調査票等を用いた手法が有効である。一方で、記入に手間がかかり、記載ミスが発生しやすいという不確実性もある。

GPS 情報を活用する方法は、GPS ロガーやスマートフォンの GPS 情報を用いて、滞在場所と滞在時間を記録する方法である。この方法は実際の行動を記録するため、遡及的な評価にしか用いることができず、帰還前の活用場面は準備宿泊等に限られる。滞在場所と滞在時間を自動的に記録できる点が利点である一方、遮蔽物や天気等により位置情報が正しく取得できない場合があることが不確実性として挙げられる。また、一般の GPS ロガーやスマートフォンの地図アプリケーションの位置情報記録機能では、基本的に時間と位置情報のみが取得できるため、屋内外の別や個人被ばく線量評価に必要なその他の情報は別途記録する必要がある。そのため、内閣府や原子力規制庁では、屋内外の自動判別やその他情報の記録が可能な専用のアプリケーションを開発し、必要に応じて自治体への貸し出しができるようにしている²¹⁾。

(2) 屋内外滞在時間の統計情報

継続的かつ大規模に実施されている生活時間の統計調査としては、総務省統計局の社会生活基本調査と NHK 放送文化研究所の国民生活時間調査がある。いずれも 5 年ごとに実施されており、睡眠、食事、仕事、家事といった個別の行動ごとに平均時間が示されている。これらのデータには屋内外の別は示されていないが、分類された行動ごとに屋内外を仮定することにより、屋内外別の滞在時間を計算することができる。

被ばく評価を目的とした個別の生活時間調査としては、Takahara ら (2020)⁸⁾や原子力規制庁の行う事業²¹⁾が挙げられる。これらの調査の結果、第一次産業従事者などの屋外就業者では屋外滞在時間が長いなど、職業や年齢により屋内滞在時間が異なることが分かっている。このことから、統計情報を用いる場合には、対象となる集団を明確にしておく必要がある。なお、原子力規制庁事業での調査結果によると、屋内滞在時間は、浪江町全体で平日が 20.4 時間、休日が 20.5 時間であり、川俣町全体では平日が 21.2 時間、休日が 20.5 時間であった。また、廣瀬ら (2016)³⁰⁾は、被ばく評価に用いられる屋内滞在時間について、様々な組織の報告をまとめている。この報告の中では、屋内滞在時間として 19.2 時間を提案している。これらの結果から、5.1 節で政府モデルとして示した屋内滞在 16 時間を用いることで保守的な評価が可能となることが分かる。

5.3 空間線量率

(1) 屋外空間線量率

個人被ばく線量評価に際しては、放射線測定機器を用いて独自に測定した空間線量率を利用する方法と、公開されている空間線量率を利用する方法が考えられる。ここでは、公開されている空間線量率を利用する場合について述べる。

空間線量率は様々な手法で測定される。原子力規制庁の実施するモニタリング事業^{31), 32)}では、定点測定、歩行サーベイ、走行サーベイ、無人ヘリモニタリング、航空機モニタリング等で、継続的に空間線量率測定を実施している。これらはモニタリングの目的と測定手法の特徴に応じて使い分けられている³³⁾。例えば、歩行サーベイは、データの精度や位置分解能が高い一方、広域の測定は難しいため、生活環境に関連したデータを取得する際に用いられる。走行サーベイは、精度や位置分解能は歩行サーベイよりも低い、地上における大量のデータを取得できる。航空機モニタリングは、上空から測定するため精度や位置分解能は低い、広域をカバーできる特徴がある。また歩行サーベイや走行サーベイは主に道路上から、航空機モニタリングは地上のある範囲から生じる放射線を検出しており、各手法で測定対象が異なるため、得られる測定結果の傾向も異なる。公開されている空間線量率を利用する場合は、それぞれの測定手法の特徴を理解して、使用するデータを選択する必要がある。

原子力規制庁の実施するモニタリング事業では、これらの各測定手法の特徴を活かして、精度と位置分解能の高い広域のマップ（以下、統合マップ）を作成している^{31), 34)}。統合マップは、生活圏の空間線量率を反映している歩行サーベイ相当の値が得られるように作成されているため、個人被ばく線量推計時の使用に適していると考えられる。

また、国や地方自治体、研究機関等が新規に公開した環境モニタリングデータを定期的に収集し、放射性物質の分布状況や経時変化の解析に利用しやすい共通の形式に変換して公開しているサイト³⁵⁾もある。任意の時期・地域・測定を選択してデータを取得できるため、目的に応じて必要な空間線量率データを取得するツールとして活用できる。

(2) バックグラウンド空間線量率

事故による追加被ばく線量を求める場合には、天然の放射性核種によるバックグラウンド空間線量率を差し引く必要がある。バックグラウンド空間線量率は、大地の土壌や岩石の構成、高度等に依存し、時間変化は少ないとされる。政府モデルでは、平均的な値として $0.04 \mu\text{Sv/h}$ を用いているが、バックグラウンド空間線量率は地域によって異なるため、地域の値を用いることが望ましい。地域ごとのバックグラウンド空間線量率データとしては、安藤ら（2017）³⁶⁾が走行サーベイのスペクトル解析により求めた自治体ごとの平均値や、Sanada ら（2020）³⁷⁾が航空機モニタリングのスペクトル解析により求めた **250m** 四方ごとの値が利用できる。

(3) 屋内空間線量率

建物の下には線源がないことから、一般に屋内の空間線量率は屋外に比べて低くなる。屋内の空間線量率の求め方は、実際に屋内で測定を行う方法と、低減係数（屋外に対する屋内の空間線量率の比）を用いて屋外の空間線量率から推計する方法に大別できる。5.2 (2) に示した通り、屋内滞在時間が長いため、屋内の空間線量率は1日の個人被ばく線量にも大きく影響する。そのため、屋内の空間線量率を精度良く求める場合には、実測値を用いるとよい。一方、実測にはサー

ベイメータ等の放射線測定機器が必要となるため、準備や測定に手間がかかり、専門的な知識も求められる。そこで、(1)に示したような屋外の空間線量率と低減係数を用いて、屋内の空間線量率を求める方法も活用されている。

低減係数は、建物の遮蔽効果や周囲の汚染状況により変化する。IAEA-TECDOC-1162³⁸⁾では、建物の構造や配置別に、代表的な低減係数の値と範囲を示しており、低減係数としてこれらの値を利用することが可能である。福島県では多くの建物（2018年の統計³⁹⁾で約76%）が木造のため、事故後の被ばく評価にあたっては、代表的な低減係数として0.4が用いられることが多い。ただし、0.4はあくまで代表的な値であり、0.2～0.5が代表的な範囲として併せて示されていることに注意が必要である。また、事故後に福島の木造家屋を対象に行われた調査では、屋内外で除染による線量の減少率が異なるため、除染の前後で低減係数が変化したという報告がある⁴⁰⁾。このように、低減係数は状況により大きく変動するため、個々のケースで精度良く屋内空間線量率を評価することは難しいが、個人被ばく線量の水準を把握するために平均的な値として用いる場合には、有用であると考えられる。

5.4 個人被ばく線量への換算係数

2.1で触れた通り、周辺線量当量は場のモニタリング用の実用量として定義されているため、線源と人体の位置関係や人体の遮蔽効果によらず同じエネルギー分布となる。一方で、防護量である実効線量や人のモニタリング用の実用量である個人線量当量は、線源と人体の位置関係や人体の遮蔽効果によりエネルギー分布が大きく変化する。そのため、周辺線量当量から実効線量や個人線量当量への換算係数は、照射条件、体格（年齢）、姿勢等の条件を仮定して計算する。換算係数を用いて個人被ばく線量を推計する際には、仮定した条件と実際の環境との差異が不確かさの要因となる。

(1) 周辺線量当量から実効線量への換算係数

実効線量は直接測定できないため、周辺線量当量から実効線量への換算係数はシミュレーションで求める。斎藤ら（2014）⁵⁾は、放射性セシウムが沈着した場においては、周辺線量当量から成人の実効線量への換算係数は、約0.6であるとしている。ICRP Publication 144では、環境中での外部被ばくに対する公衆の実効線量を評価しており、核種・照射条件・年齢別の実効線量と周辺線量当量の関係を示している⁴¹⁾。この関係性を用いて、周辺線量当量から実効線量を推計することができる。

実効線量のシミュレーションは、基本的に人が地面に直立していることを想定して行われる。沈着面線源では、立位の場合にうつ伏せや仰向けの場合よりも最大で20～30%程度実効線量が大きくなるため、立位を想定した換算係数を用いることで、安全側の評価が可能である⁵⁾。

(2) 周辺線量当量から個人線量当量への換算係数

放射線防護の観点では、個人被ばく線量として防護量である実効線量が求められるが、個人線量計で直接計測した値と関係付けられることから、近似的に個人線量当量を個人被ばく線量とみなすケースも多い。そのため、周辺線量当量から個人線量当量への換算係数についても併せて整理する。Satohら（2017）⁴²⁾は、放射性セシウムが沈着した場において、周辺線量当量から成人の個人線量当量への換算係数は0.66とシミュレーションしている。なお、ここで成人の個人線量当

量に対する実効線量の比は **0.86** と計算しており、個人線量計により測定された個人線量当量が福島の中でも実効線量の近似値として許容できるとしている。

周辺線量当量と個人線量当量は、それぞれサーベイメータ指示値及び個人線量計指示値と関連付けられるため、周辺線量当量から個人線量当量への換算係数は実測からも求められる。放射線医学総合研究所と日本原子力研究開発機構²⁴⁾は、福島県内で事故後の比較的空間線量率の高い地域において、成人を仮定したファントムに個人線量計 **5** 種類を取り付けた調査を行い、サーベイメータ測定値に対する個人線量計測定値の比が **0.6～0.7** 程度であったとしている。また、標準的な体型の成人男性が個人線量計を着用して環境中で実測した個人線量当量は、周辺線量当量の約 **0.7** 倍であったとしている。さらに、年齢別のファントムと個人線量計を用いた実験やシミュレーションの結果を元に、周辺線量当量から個人線量当量への換算係数を年齢別に提示している⁴³⁾。

6. 個人被ばく線量の区域評価に係る留意点

6.1 評価対象

前述の通り、屋内外の滞在時間は集団により傾向が異なること、個人被ばく線量への換算係数は年齢により異なること等から、ある区域に居住する住民の個人被ばく線量の水準を評価するためには、区域に居住する住民全体がどのような集団で構成されているのかを明確にしておく必要がある。例えば、地域別、年齢別、男女別、職業別等の人口割合は、国勢調査の結果等から求めることができる。表 6 にその一例として、平成 22 年の国勢調査⁴⁴⁾を元にした、特定復興再生拠点区域を持つ 6 自治体（富岡町、大熊町、双葉町、浪江町、葛尾村、飯館村）の年齢別・職業別人口割合を示す。集団をどのように、どの程度細分化するかは目的に応じて決定すればよいが、個人被ばく線量評価においては、評価に寄与するパラメータの特徴が異なるように集団を設定するとよい。

評価対象を明確にすることで、2.2 で紹介したモンテカルロシミュレーションを用いた個人被ばく線量の確率論的評価手法⁸⁾を活用することができる。各構成集団に対し屋内外滞在時間等のパラメータの分布を与えて評価することで、集団の個人被ばく線量の分布を推定できる。また、個人線量計を用いた測定を行う際にも、層別抽出で協力者を抽出する場合や、希望者や協力者に対して調査した後に結果の代表性を確認する場合等に、評価対象の特徴を理解しておく必要がある。特に、評価対象の代表性への考慮が必要となるが、これについて次節で詳しく述べる。

6.2 代表性

区域に居住する住民の個人被ばく線量の水準を評価する目的では、個人線量計による測定で個人被ばく線量の分布を得る場合でも、個人被ばく線量シミュレーションに用いる各パラメータの分布を得る場合でも、それらの分布の代表性を担保する必要がある。一般に、区域に居住する住民全員の個人被ばく線量を評価することは難しいため、一部のデータ（標本）を元に全体（母集団）の分布を推定することとなる。標本調査を行う際は、標本の分布が母集団の分布を代表するように標本抽出を行う。

一般に母集団全体を調査する全数調査は、誤差なく正確な値が得られる反面、膨大な費用と手間がかかる。そのため、統計調査の多くは、母集団から抽出した標本を調査し、母集団を推定する標本調査により行われる。標本調査では、抽出した標本の回答結果から、母集団の傾向を推測するため、標本の偏りをなるべく小さくして、母集団を代表するように標本の抽出を行わなくてはならない。ここで、標本抽出には有意抽出法と無作為抽出法があるが、精度の高い推計を行う際には無作為抽出法が用いられる。無作為抽出法には、単純無作為抽出、集落抽出、多段抽出、層別抽出などがあり、目的に応じて使い分ける。

また、標本調査で必要となる標本の数、許容誤差、信頼レベル、母集団のサイズで決めることができる。ここで、許容誤差は、母集団からどの程度ずれている可能性があるかを表す指標であり、信頼レベルは、抽出した標本が、どのくらいの確率で許容誤差内の結果となるかを表す指標である。許容誤差や信頼レベルは、目的に応じて設定する。一般に、許容誤差が小さくなる程、また信頼レベルが大きくなる程、必要となる標本数は大きくなる。許容誤差や信頼レベルが一定

の場合、母集団の数が増えても必要な標本数はあまり変化しなくなる。許容誤差が $\pm 5\%$ 、信頼レベルが 95%、回答比率が 50%の場合、必要となる標本数は、母集団の数が増えても 400 弱である。

一方、準備宿泊の際等、評価対象者の数や属性を事前に管理することが難しい（事前に代表性を担保することが難しい）場合は、評価対象の分布と調査結果を比較して、事後的に母集団と標本の分布の違いを把握しておくといよい。例えば、Nomura ら (2020)⁶⁾は、個人被ばく線量と居住地域の空間線量率に相関関係があることを確認し、評価対象者と全住民の居住地域における空間線量率分布を指標として、代表性を評価している。

また、評価対象者の数が少なく代表性の担保が困難な場合であっても、屋内外滞在時間や行動場所の概要等、個人被ばく線量に寄与する因子も併せて取得することで、個人被ばく線量水準に応じた防護措置の具体化に資する情報になり得る。これは、「帰還に向けた安全・安心対策に関する基本的考え方（線量水準に応じた防護措置の具体化のために）」（平成 25 年 11 月原子力規制委員会）に記載のある「日常的に避難指示解除準備区域等に立ち入りをしている人の個人線量を行動パターンや職業等とともに把握すること」に整合する。

表 6 平成 22 年国勢調査における特定復興再生拠点区域を持つ 6 自治体（富岡町、大熊町、双葉町、浪江町、葛尾村、飯館村）の人口割合

6自治体の総人口 ※1			分類 ※2		職業 ※3			
	合計(人)	割合		合計(人)	割合	合計(人)	割合	
15歳未満	8,702	13.85%	15歳未満	8,702	13.85%	幼稚園 保育園・保育所 その他	1,097 808 1,728	1.75% 1.29% 2.75%
			通学(15歳以上)	2,580	4.11%	小学校・中学校 ※ 6～12歳の人口: 4,198人 高校	5,599 1,982	8.91% 3.15%
						短大・高専・大学・大学院 ※就業者除く	68	0.11%
						農業	2,791	4.44%
						林業	138	0.22%
						第一次産業	190	0.30%
						C 鉱業、採石業、砂利採取業	16	0.03%
						第二次産業	5,689	9.06%
						D 建設業	3,864	6.15%
						E 製造業	1,705	2.71%
						F 電気・ガス・熱供給・水道業	181	0.29%
						G 情報通信業	821	1.31%
						H 運輸業、郵便業	3,388	5.39%
						I 卸売業、小売業	365	0.58%
						J 金融業、保険業	235	0.37%
						K 不動産業、物品賃貸業	604	0.96%
						L 学術研究、専門・技術サービス業	1,449	2.31%
						M 宿泊業、飲食サービス業	988	1.57%
						N 生活関連サービス業、娯楽業	1,119	1.78%
						O 教育、学習支援業	2,694	4.29%
						P 医療、福祉	324	0.52%
						Q 複合サービス事業	2,680	4.27%
						R サービス業 (他に分類されないもの)	1,033	1.64%
						S 公務 (他に分類されるものを除く)	251	0.40%
						T 分類不能の産業	2,032	3.23%
						完全失業者	8,660	13.78%
						家事	9,623	15.32%
						その他	703	1.12%
						不詳	62,825	100.00%
計	62,825	100.00%		62,825	100.00%		62,825	100.00%

※1 平成22年国勢調査人口等基本集計（総務省統計局）第3-2表より作成。
（年齢不詳を含めると6自治体の総人口は63,093人であるが、今回は不詳を除いた総人口を1とした割合を求めた。）
※2 平成22年国勢調査産業等基本集計（総務省統計局）第1-2表より作成。
※3 未就学者・在学者：平成22年国勢調査産業等基本集計（総務省統計局）第13-2表より作成。
就業者の産業分類：平成22年国勢調査産業等基本集計（総務省統計局）第6-2表より作成。

7. 情報の取扱いに係る留意点

7.1 情報の取扱い

(1) 個人情報の取扱い

個人被ばく線量の取得に際して氏名や住所等の個人情報を取得する場合は、個人情報保護法及び自治体の規定する個人情報保護関係の条例に準じて情報を取り扱う必要がある。個人情報保護法では、個人情報取扱事業者は、個人情報を取り扱うに当たって、利用目的をできる限り具体的に特定し、あらかじめ公表しておくか、取得する際に本人に通知する必要があるとしている。さらに、「伊達市被ばくデータ提供に関する調査委員会」は、個人被ばく線量のデータは要配慮個人情報の「健康診断その他の検査の結果」に該当する可能性があるとしている⁴⁵⁾。要配慮個人情報取得する場合は、利用目的の特定、通知又は公表に加え、あらかじめ本人の同意が必要となる。また、行動記録として位置情報を取得する場合、一般的に位置情報単体では個人情報に当たらないが、特定の個人を識別できる他の情報と容易に照合できる場合には、個人情報に該当するため、取扱いに留意する必要がある。

一方で、個人情報保護法に準じて個人データを第三者提供することが可能である。自治体にて取得した個人被ばく線量データを専門家や研究者等に提供することで、詳細な解析を依頼して結果を政策に反映することや、論文化して公表することが可能となる。個人データを第三者に提供する場合、委託、事業承継、共同利用等の例外を除き、原則としてあらかじめ本人の同意を得る必要がある。しかし、事故直後の緊急時には、同意の取得が難しいケースもある。その際には、オプトアウト制度や匿名加工情報を作成することで第三者提供が可能となる。オプトアウトとは、本人の求めに応じて当該本人が識別される個人データの第三者への提供を停止する場合、本人の同意を得ることなく第三者に個人データを提供することができる制度である。また、匿名加工情報とは、個人情報を本人が特定できないように加工をしたもので、当該個人情報を復元できないようにした情報である。

(2) 同意の取得

個人被ばく線量の取得に際しては、インフォームドコンセント（説明と同意）を確保する上で必要な項目を記載した同意書を作成し、事前に同意を得ておくことが望ましい。(1)に示した個人情報の取扱いに際して必要な場合は、同意の取得は必須となる。また、同意の取得に際しては、いつでも同意を撤回できることも示しておく。個人線量当量実測に係る同意書の構成や同意の取得については、環境省の「東京電力福島第一原子力発電所事故後の住民の個人被ばく線量の測定や結果の取扱い等に関するガイドライン¹¹⁾」に詳しい。また、位置情報を取得し解析に利用する際にも、あらかじめ本人に通知し同意を得ておくことが望ましい。

7.2 住民に提供する情報のカテゴリー

(1) 個人被ばく線量の数値に関する指標の提示

放射線は目に見えず、一般の方には馴染みが薄いため、個人被ばく線量の数値のみを示しても、それがどのような意味を持つかは理解されにくい。そのため、医療放射線や自然放射線等、身の回りにある放射線からの個人被ばく線量を指標として提示する等の工夫が求められる。さ

らに、放射線による健康への影響についての説明を加えることが、住民の不安緩和に繋がると考えられる。健康への影響については、高線量のしきい線量を超えた際に脱毛や白内障、皮膚障害等の組織反応が発生する確定的影響と、しきい線量はなく線量に応じて発がんリスクや遺伝的影響等があると仮定される確率的影響に分類される⁴⁶⁾。確定的影響におけるしきい線量は組織や放射線にさらされる時間等により異なるが、例えば、成人の骨髄の造血機能低下のしきい線量は、1回の短時間被ばくで受けた総線量が0.5 Gyである。確率的影響における発がんリスクは、約100 mSv以下の線量では喫煙や飲酒といった他の発がん影響が大きすぎて放射線による影響を疫学的に検出することは難しいとされているが、線量に応じた影響はあると仮定して、なるべく個人被ばく線量を低減するように放射線防護の基準が定められている。これらのような身近な放射線による被ばくや人体への影響について一般向けに分かりやすくまとめられたものが、放射線医学研究所が公開している放射線被ばくの早見図⁴⁷⁾である。また、避難指示解除時の線量基準は「空間線量率で推定された年間積算線量が20mSv以下になることが確実であること」⁴⁸⁾とされていること及び避難指示解除後は「長期目標として、帰還後に個人が受ける追加被ばく線量が年間1 mSv以下になるよう目指すこと」（「帰還に向けた安全・安心対策に関する基本的考え方（線量水準に応じた防護措置の具体化のために）」（平成25年11月原子力規制委員会））とされていること等、状況に応じた線量の基準や目標があることを踏まえ、個人被ばく線量の計測値に関して評価及び検討することが望ましい。ここで、年間20 mSvや1 mSvという指標はあくまで放射線防護上の指標であり、上述の通り安全と危険の境界線ではないことに注意が必要である。

(2) 評価方法の詳細の提示

個人被ばく線量の水準に関して情報提供を行う際には、分かりやすさと同時に、誤解を生じないような情報提供方法が求められる。本報告書で述べた通り、個人被ばく線量評価には様々な手法があるため、どのような手法や条件を用いて評価したかを示しておく必要がある。評価手法により、評価結果は一定の誤差やばらつきを持った値になると考えられるため、その要因についても示しておくことが望ましい。

7.3 住民への情報提供の方法

個人被ばく線量評価の目的や扱う情報により、適した情報提供方法は異なる。表7に、目的と手法毎の住民への情報提供方法例を示す。

住民が自らの個人被ばく線量を把握する目的の場合、情報として、実測では個人線量計による測定結果を、シミュレーションでは生活行動パターンを基にした個人被ばく線量の推計結果を扱う。これらの情報には個人情報が含まれるため、手法によらず対象者毎に個別に情報を提供する必要がある。個人線量計による測定結果や個人被ばく線量の推計結果は、7.2節に示した情報と併せて文書の形式で対象者に提供する。必要に応じて、相談員や専門家等による個別訪問、個別相談会、問い合わせ窓口等における口頭での説明を実施する。シミュレーションの場合には、担当者や専門家が住民から生活行動パターンを聞き取り、個人被ばく線量を推計して結果を提供する方法以外に、システムを提供することで住民が自ら個人被ばく線量を推計する方法もある。一例として、福島県では、放射線モニタリングデータをもとに、福島県内に滞

在したときの追加被ばく線量を計算できるページを公開している⁴⁹⁾。また、原子力規制庁では、生活行動パターンを入力することで個人被ばく線量を計算できるアプリケーションを開発しており、必要に応じて自治体への貸し出しができるようにしている²¹⁾。日本原子力研究開発機構では、指定した生活行動パターンについて容易に外部被ばく線量を推定できるシステムを開発し、オープンソースソフトウェアとして提供している⁵⁰⁾。

集団の個人被ばく線量の水準を把握する目的の場合、情報として、実測では個人線量計による代表的な測定結果や統計情報を、シミュレーションでは想定される個人被ばく線量の代表的な推計結果や統計情報を扱う。これらは地域の水準を示す情報のため、住民説明会等で説明したり、自治体のホームページや広報誌等で公表したりする方法が考えられる。また、各自治体で開催されている除染検証委員会では、除染による効果を検証するために個人被ばく線量を評価し、その結果を公開する場合もある。例えば、双葉町の放射線量等検証委員会では、特定復興再生拠点内での復興事業等従事者の個人線量計測定結果を会議資料として公開している⁵¹⁾。富岡町や大熊町の除染検証委員会では、代表的な生活行動パターンを想定して評価した結果を報告書や会議資料として公開している^{52), 53)}。

表 7 住民への情報提供方法の例

手法	住民が自らの個人被ばく線量を把握する目的の場合		集団の個人被ばく線量の水準を把握する目的の場合	
実測	情報	個人線量計による測定結果	情報	個人線量計による代表的な測定結果や統計情報
	方法	[文書等] - 文書での個別通知 [口頭] - 相談員や専門家等による個別訪問、個別相談会、問い合わせ窓口等における説明	方法	[文書等] - 自治体のホームページや広報誌等での公表 - 除染検証委員会からの報告 [口頭] - 住民説明会等での説明
シミュレーション	情報	個人被ばく線量の推計結果	情報	想定される個人被ばく線量の代表的な推計結果や統計情報
	方法	[文書等] - 文書での個別通知 - システムの提供 [口頭] - 相談員や専門家等による個別訪問、個別相談会、問い合わせ窓口等における説明	方法	[文書等] - 自治体のホームページや広報誌等での公表 - 除染検証委員会からの報告 [口頭] - 住民説明会等での説明

8. まとめ

本報告書では、今後の特定復興再生拠点区域、及び特定復興再生拠点区域外の帰還困難区域の避難指示解除に向けた個人被ばく線量評価に関して以下のように総括する。

- ・ 個人被ばく線量を評価する目的に応じ、個人線量計による測定及びシミュレーションによる評価を効果的に適用すべきである（表 8 に適用可能な主な手法を示す）。
- ・ 個人線量計による測定は、集団の評価及び予測的評価には適さない一方、実際の個人被ばく線量を個人に提供する目的には適しており、使用する機器の特徴を理解した上で、適切な測定条件や評価条件のもとに実施する必要がある。
- ・ 個人被ばく線量のシミュレーションは、集団の評価及び予測的評価に適しているものの、評価には一定の不確実性があり、過去の知見や実測値を基に適切にパラメータを設定する必要がある。
- ・ 個人被ばく線量評価に係る情報の取得・管理は法令に準じるとともに、第三者への情報提供において緊急時等に事前の同意取得が難しい場合には、オプトアウト制度や匿名加工情報を活用することができる。
- ・ 住民へ個人被ばく線量情報を提供する際は、情報の分かりやすさと正確さに配慮するとともに、評価の目的に応じた情報提供方法を選択する必要がある。

表 8 個人被ばく線量評価における目的と手法の組合せ

		目的（時間軸及び対象で分類）			
		遡及的評価		予測的評価	
		個人の評価	集団の評価	個人の評価	集団の評価
手法	個人線量計による測定	○	△	×	×
	個人線量計による測定とシミュレーションの組合せ	△	○	×	×
	個人の生活行動を仮定した空間線量率に基づくシミュレーション	○	△	○	△
	集団の行動等の各パラメータの分布を仮定した確率論的シミュレーション	×	○	×	○
○：目的に適している，△：適用可能である，×：適用が困難である					

謝辞

本報告書は、内閣府の委託事業「令和 3 年度福島県における個人線量データの活用等に係る検討事業」及び原子力規制庁の委託事業「令和 3 年度原子力施設等防災対策等委託費（生活行動パターンを模擬した連続的な空間線量率の測定および詳細モニタリング結果のマップ化）事業」で得られた成果をとりまとめたものであり、「令和 3 年度福島県における個人線量データの活用等に係る検討事業」の有識者検討会において委員の方々から貴重なご意見をいただきました。福島県立医科大学の坪倉正治委員長、長崎大学原爆後障害医療研究所の高村昇委員、量子科学技術研究開発機構の矢島千秋委員、原子力安全研究協会の森田康治委員及び杉浦紳之委員に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) International Commission on Radiological Protection, Application of the Commission's Recommendations to the Protection of People Living in Long-term Contaminated Areas After a Nuclear Accident or a Radiation Emergency, ICRP Publication 111. Annals of the ICRP, vol.39, no.3, 2009, 69p.
- 2) 首相官邸, 福島における「内部被ばく」の現況について～最近の調査から～, https://www.kantei.go.jp/saigai/senmonka_g39.html (参照: 2022 年 10 月 12 日) .
- 3) International Commission on Radiological Protection, Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation, ICRP Publication 74. Annals of the ICRP, vol.26, no.3-4, 1996, 205p.
- 4) 斎藤公明, 栗原 治, 松田規宏, 高原省五, 佐藤哲朗, 福島周辺における線量測定と評価に関する問題点 VI. 個人の外部被ばく線量評価の現状と課題, Radioisotopes, vol.65, no.2, 2016, pp.93-112.
- 5) 斎藤公明, 遠藤章, 福島周辺における空間線量率の測定と評価 III. 環境 γ 線の特徴と被ばく線量との関係, Radioisotopes, vol.63, no.12, 2014, pp.585-602.
- 6) Nomura, S., Murakami, M., Naito, W., Yasutaka, T., Sawano, T. and Tsubokura, M., Low dose of external exposure among returnees to former evacuation areas: a cross-sectional all-municipality joint study following the 2011 Fukushima Daiichi nuclear power plant incident., J. Radiol. Prot., vol.40, no.1, 2020, pp.1-18.
- 7) Sato, T., Andoh, M., Sato M., and Saito K., External dose evaluation based on detailed air dose rate measurements in living environments, J. Environ. Radioact., vol.210, 105973, 2019, pp.1-7.
- 8) Takahara, S., Iijima, M., and Watanabe, M., Assessment model of radiation doses from external exposure to the public after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident. Health Physics, vol.118, no.6, 2020, pp.664-677.

- 9) 復興庁, 福島再生加速化交付金制度, <https://www.reconstruction.go.jp/topics/main-cat1/sub-cat1-17/> (参照: 2022 年 10 月 12 日) .
- 10) 原子力安全研究協会, 平成 26 年度原子力災害影響調査等事業 (福島県内における住民の個人被ばく線量把握・管理事業) 報告書, <https://www.env.go.jp/chemi/rhm/chosa/h26houkokusyoixtusiki.pdf> (参照: 2022 年 10 月 12 日) .
- 11) 環境省, 東京電力福島第一原子力発電所事故後の住民の個人被ばく線量の測定や結果の取扱い等に関するガイドライン, <http://www.env.go.jp/chemi/rhm/guideline/gaidorainn.pdf> (参照: 2022 年 10 月 12 日) .
- 12) 原子力安全研究協会, 平成 27 年度原子力災害影響調査等事業 (福島県内における住民の個人被ばく線量把握事業) 報告書, <https://www.env.go.jp/chemi/rhm/chosa/h27houkokusyoixtusiki.pdf> (参照: 2022 年 10 月 12 日) .
- 13) Murakami, M., Nomura, S., Tsubokura, M., Takebayashi, Y., Yamamoto, K. and Oikawa, T., Radiation doses and decontamination effects in Minamisoma city: airborne and individual monitoring after the Fukushima nuclear accident, *J. Radiol. Prot.*, vol.39, no.4, 2019, pp.N27-N35.
- 14) Naito, W., Uesaka, M., Yamada, C., Kurosawa, T., Yasutaka, T., and Ishii, H., Relationship between Individual External Doses, Ambient Dose Rates and Individuals' Activity-Patterns in Affected Areas in Fukushima following the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident, *PLoS One*, vol.11, no.8, e0158879, 2016, pp.1-12.
- 15) Adachi, N. et al., Measurement and comparison of individual external doses of high-school students living in Japan, France, Poland and Belarus -the 'D-shuttle' project-, *J. Radiol. Prot.*, vol.36, no.1, 2016, pp.49-66.
- 16) Nomura, S., Tsubokura, M., Furutani, T., Hayano, R. S., Kami, M., Kanazawa, Y. and Oikawa, T., Dependence of radiation dose on the behavioral patterns among school children: a retrospective analysis 18 to 20 months following the 2011 Fukushima nuclear incident in Japan, *J. Radiat. Res.*, vol.57, no.1, 2016, pp.1-8.
- 17) Uchiyama, K., Ishii, T., Koyabu, K., Takizawa, K. and Muto, S., Measuring individual external doses of Tokyo Electric Power Company Holdings employees living in Fukushima prefecture, *J. Radiat. Res.*, vol.40, no.3, 2020, pp.667-692.
- 18) Sato, R., Yoshimura, K., Sanada Y. and Sato, T., Validation of a Model for Estimating Individual External Dose Based on Ambient Dose Equivalent and Life Patterns, *J. Radiat. Prot. Res.*, vol.47, no.2, 2022, pp.77-85.
- 19) 濱岡豊, 個人線量測定論文の諸問題, *科学*, vol.89, no.4, 2019, pp.341-359.
- 20) Tsubokura, M., Murakami, M., Takebayashi, Y. Nomura, S., Ono, K., Ozaki, A., Sawano, T., Kobashi, Y., Oikawa T., Impact of decontamination on individual radiation doses from external exposure among residents of Minamisoma City after the 2011 Fukushima Daiichi nuclear power plant incident in Japan: a retrospective observational study, *J. Radiol. Prot.*, vol.39, no.3, 2019, pp.854-871.

- 21) 原子力規制庁, 生活行動パターンを模擬した連続的な空間線量率の測定事業, <https://radioactivity.nsr.go.jp/ja/list/565/list-1.html> (参照: 2022 年 10 月 12 日) .
- 22) 眞田幸尚, 操上広志, 舟木泰智, 吉村和也, 阿部智久, 石田睦司, 谷森奏一郎, 佐藤里奈, 避難指示区域の解除に向けた特定復興再生拠点の放射線モニタリングと被ばく評価, 日本原子力学会和文論文誌, vol.20, no.2, 2021, pp.62-73.
- 23) International Commission on Radiological Protection, Assessing Dose of the Representative Person for the Purpose of the Radiation Protection of the Public, ICRP Publication 101, Annals of the ICRP, vol.36, no.3, 2006, 104p.
- 24) 日本原子力研究開発機構, 放射線医学総合研究所, 東京電力(株)福島第一原子力発電所事故に係る個人線量の特性に関する調査, JAEA-Review 2015-007, 2015, 50p.
- 25) Nomura, S., Tsubokura, M., Hayano, R., Yoneoka, D., Ozaki, A., Shimada, Y., Furutani, T., Kanazawa, Y., and Oikawa, T., Compliance with the proper use of an individual radiation dosimeter among children and the effects of improper use on the measured dose: a retrospective study 18–20 months following Japan’s 2011 Fukushima nuclear incident, BMJ Open, vol.5, no.12, e009555, 2015, pp.1-9.
- 26) 千代田テクノル, ガラスバッジサービス取扱説明書, <https://www.c-technol.co.jp/monitoring/handling/index.html> (参照: 2022 年 10 月 12 日) .
- 27) 長瀬ランダウア株式会社, カタログ等ダウンロード, <https://www.nagase-landauer.co.jp/download/index.html> (参照: 2022 年 10 月 12 日) .
- 28) 環境省, 追加被ばく線量年間 1 ミリシーベルトの考え方, <https://www.env.go.jp/press/files/jp/18437.pdf> (参照: 2022 年 10 月 12 日) .
- 29) 福島県庁, 県民健康調査, <https://www.pref.fukushima.lg.jp/site/portal/list279-884.html> (参照: 2022 年 10 月 12 日) .
- 30) 廣瀬勝己, 藤元憲三, 被ばく線量評価に用いられる居住係数の再評価, 環境放射能除染学会誌, vol.4, no.2, 2016, pp.97-104.
- 31) 原子力規制庁, 放射性物質の分布状況等に関する調査, <https://radioactivity.nsr.go.jp/ja/list/338/list-1.html> (参照: 2022 年 10 月 12 日) .
- 32) 原子力規制庁, 80km 圏内外における航空機モニタリング事業, <https://radioactivity.nsr.go.jp/ja/list/572/list-1.html> (参照: 2022 年 10 月 12 日) .
- 33) Saito, K., Matsuda, N., Andoh, M., Mikami, S., Onda, Y., Kato, H., Takahashi, J., Takemiya, H., Yoshimura, K., Murakami, H.W., Sanada, Y., Seki, A., Sato, T., Tsuda, S., Kinase, S., Temporal Change in Radiological Environments on Land after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident, J. Radiat. Prot. Res., vol.44, no.4, 2019, pp.128-148.
- 34) Wainwright, H.M., Seki, A., Chen, J., Saito, K., A multiscale Bayesian data integration approach for mapping air dose rates around the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant, J. Environ. Radioact., vol.167, 2017, pp.62-69

- 35) 日本原子力研究開発機構, 放射性物質モニタリングデータの情報公開サイト, <https://emdb.jaea.go.jp/emdb> (参照: 2022 年 10 月 12 日) .
- 36) 安藤真樹, 松田規宏, 斎藤公明, KURAMA-II を用いた走行サーベイ測定による東日本での天然放射性核種の空間線量率評価, 日本原子力学会和文論文誌, vol.16, no.2, 2017, pp. 63-80.
- 37) Sanada, Y., Katengeza, E.W, Iwai, T., Urabe, Y., Yoshimura, K., Distribution map of natural gamma-ray dose rates for studies of the additional exposure dose after the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Station accident, J. Environ. Radioact., vol.223-224, 106397, 2020, pp.1-9.
- 38) International Atomic Energy Agency, Generic procedures for assessment and response during a radiological emergency, IAEA-TECDOC-1162, 2000, 183p.
- 39) 総務省統計局, 平成 30 年住宅・土地統計調査, <http://www.stat.go.jp/data/jyutaku/index.html> (参照: 2022 年 10 月 12 日) .
- 40) Yoshida-Ohuchi, H., Matsuda, N., Saito, K., Review of reduction factors by buildings for gamma radiation from radiocaesium deposited on the ground due to fallout, J. Environ. Radioact., vol.187, 2018, pp.32-69.
- 41) International Commission on Radiological Protection, Dose Coefficients for External Exposures to Environmental Sources, ICRP Publication 144. Annals of the ICRP, vol.49, no.2, 2020, 147p.
- 42) Satoh, D., Furuta, T., Takahashi, F., Lee, C. and Bolch, W. E., Simulation study of personal dose equivalent for external exposure to radioactive cesium distributed in soil, J. Nucl. Sci. Technol., vol.54, no.9, 2017, pp.1018-1027.
- 43) 放射線医学総合研究所, 日本原子力研究開発機構, 「東京電力(株)福島第一原子力発電所事故に係る個人線量の特性に関する調査」の追加調査－児童に対する個人線量の推計手法等に関する検討－報告書, <https://fukushima.jaea.go.jp/fukushima/result/pdf/report201503.pdf> (参照: 2022 年 10 月 12 日) .
- 44) 総務省統計局, 平成 22 年国勢調査, <https://www.stat.go.jp/data/kokusei/2010/index.html> (参照: 2022 年 10 月 12 日) .
- 45) 福島県伊達市役所, 伊達市被ばくデータ提供に関する調査委員会報告書, <https://www.city.fukushima-date.lg.jp/soshiki/3/39948.html> (参照: 2022 年 10 月 12 日) .
- 46) International Commission on Radiological Protection, The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 103. Annals of the ICRP, vol.37, no.2-4, 2007, 332p.
- 47) 量子科学技術研究開発機構, 「放射線被ばくの早見図」について, <https://www.qst.go.jp/site/qms/1455.html> (参照: 2022 年 10 月 12 日) .
- 48) 経済産業省, ステップ 2 の完了を受けた警戒区域及び避難指示区域の見直しに関する基本的考え方及び今後の検討課題について (平成 23 年 12 月 26 日) , https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/111226_01a.pdf (参照: 2022 年 10 月 12 日) .

- 49) 福島県庁, 計算してみよう!, <http://www.pref.fukushima.jp/radiation/> (参照: 2022 年 10 月 12 日) .
- 50) 日本原子力研究開発機構福島研究開発部門福島研究開発拠点廃炉環境国際共同研究センター, 被ばく線量シミュレーションシステム(Simulator of External Exposure Dose : SEED), <https://clads.jaea.go.jp/jp/software/seed.html> (参照: 2022 年 10 月 12 日) .
- 51) 双葉町役場, 放射線量等検証委員会, <https://www.town.fukushima-futaba.lg.jp/9139.htm> (参照: 2022 年 10 月 12 日) .
- 52) 富岡町役場, 町内の除染に関する情報, <https://tomioka-radiation.jp/josen.html> (参照: 2022 年 10 月 12 日) .
- 53) 大熊町役場, 令和 3 年度 大熊町除染検証委員会, <https://www.town.okuma.fukushima.jp/soshiki/kankyoutaisaku/18793.html> (参照: 2022 年 10 月 12 日) .

付録 福島県における個人線量データの活用等に係る検討会

令和3年度福島県における個人線量データの活用等に係る検討会（第1回）議事概要

1. 開催日時

令和3年7月16日（金）13:00～15:30

2. 場所

日本原子力研究開発機構東京事務所（第一会議室）及びオンライン会議

3. 出席者

No.	所属	氏名（敬称略）	対面 参加	ウェブ 参加
1	福島県立医科大学	委員長：坪倉 正治		○
2	量子科学技術研究開発機構	委員：矢島 千秋		○
3	長崎大学原爆後障害医療研究所	委員：高村 昇		○
4	原子力安全研究協会	委員：杉浦 紳之		○
5	原子力安全研究協会	森田 康治		○
6	内閣府原子力災害対策本部 原子力被災者生活支援チーム	野口 康成	○	
7	内閣府原子力災害対策本部 原子力被災者生活支援チーム	吉田 紗貴	○	
8	環境省環境保健部	高島 良生		○
9	クリアパルス株式会社	矢島 辰雄	○	
10	クリアパルス株式会社	井上 久子	○	
11	日本原子力研究開発機構福島研究開発部門	眞田 幸尚	○	
12	日本原子力研究開発機構福島研究開発部門	吉村 和也		○
13	日本原子力研究開発機構福島研究開発部門	佐藤 里奈		○
14	日本原子力研究開発機構福島研究開発部門	中山 真理子	○	
15	日本原子力研究開発機構 安全研究・防災支援部門	高原 省五		○
16	日本原子力研究開発機構理事	舟木 健太郎	○	

4. 議事次第

- (1) 開会
- (2) はじめに（内閣府原子力災害対策本部原子力被災者生活支援チーム）
- (3) 挨拶（日本原子力研究開発機構）
- (4) 事務局からの説明
- (5) 各委員の紹介
- (6) 委員長の選任
- (7) 報告及び自由討議
- (8) 閉会

5. 議事概要

- ✓ 第1回検討会の開催に際し、はじめに「令和3年度福島県における個人線量データの活用等に係る検討事業」は、有識者による検討会を設置し、今後の個人被ばく線量の取得、取扱い、活用方法について議論することを目的とすること、議事として以下の項目を扱うこと、検討会のスケジュール、報告書の構成案等が共有された。

議事項目

- ① 個人線量データ取得の機会について
 - ② 個人線量データ取得の際の留意点について
 - ③ 個人線量データ取得状況のフォロー
 - ④ 個人線量データの今後の取扱いについて
 - ⑤ 本会議のとりまとめについて
 - ⑥ その他
- ✓ 第1回の検討会では「個人線量実測事業のレビュー」、及びレビューした結果を基に検討した「個人線量の取扱いに係る留意点」について報告された。
 - ✓ 「個人線量実測事業のレビュー」では、主にこれまでに実施されてきた個人線量の実測事業（福島再生加速化交付金事業（内閣府）、福島県民健康調査事業（福島県）、個人被ばく線量把握事業（環境省）、生活行動パターン事業（原子力規制庁）、その他市町村独自の事業）の特徴について、以下の学術的観点について議論された。
 - ① 統計解析：中央値等の代表性、及び年齢や職業といった集団の特性情報の有無
 - ② 経時変化：継続的な長期間データの有無
 - ③ 生活行動との関連性：行動記録情報の有無
 - ④ 健康影響の解析：健診データや病気の有無
 - ⑤ 他手法との比較解析：手法の精度や妥当性の担保の有無
 - ✓ また委員からは、各事業の経緯や現状などについて議論がなされ、各事業に対する補足情報の追加がなされた。
 - ✓ 各事業を総括した結果、個人線量計を用いた大規模調査は個人線量データの数が多く、事業によっては継続して実施しているものの、データ公開が限定的であること、生活行動など付随する情報が欠落していることが、また生活行動パターン事業では、これらの付随す

る情報を有している一方、データ数が限定的であることが報告され、避難指示解除後の集団における被ばく線量の推計などといった政策に資することのできる被ばく線量データは不足していることが共有された。

- ✓ このレビュー結果を踏まえ、「個人線量の取扱いに係る留意点」について以下の点が挙げられ、各項目について説明がなされた。
 - ① 個人情報の取扱い（個人情報保護法）
 - ② 測定条件（個人線量計の特性、計測条件、評価条件、統計条件といった不確実性）
 - ③ ものさし問題（情報公開時の単位などといった表現方法）
- ✓ 委員からは、上述の留意点に加えて個人線量を取得する目的と手法を一緒に考慮することと、その目的に合わせた手法の選択が重要であること、及び被ばく線量測定条件における様々な不確実性について議論がなされた。
- ✓ また上記の目的につき、本事業では解除後の住民への情報提供を目標としているとの意思が共有され、これに対し実測のみならずシミュレーションを用いた推計と併せた評価が有用であるとの議論がなされた。
- ✓ 併せて報告書の構成について議論がなされ、リスクコミュニケーションの項目の必要性、今後の原子力防災に資するためこれまでの事業の反省点や技術についても言及することの有用性について意見が出された。
- ✓ 次回の検討会では、上述の議論を踏まえた第1回検討会での議事を振り返ると共に、被ばく線量の推計に関する状況説明を議事として取り扱うこととなった。

以上

令和 3 年度福島県における個人線量データの活用等に係る検討会（第 2 回）議事概要

1. 開催日時

令和 3 年 9 月 13 日（金）13:00～15:15

2. 場所

日本原子力研究開発機構 福島研究開発部門 廃炉環境国際共同研究センター（緊急対策室）及びオンライン会議

3. 出席者

No.	所属	氏名（敬称略）	対面 参加	ウェブ 参加
1	福島県立医科大学	委員長：坪倉 正治		○
2	量子科学技術研究開発機構	委 員：矢島 千秋		○
3	長崎大学原爆後障害医療研究所	委 員：高村 昇		○
4	原子力安全研究協会	委 員：森田 康治		○
5	内閣府原子力災害対策本部 原子力被災者生活支援チーム	吉田 紗貴		○
6	内閣府原子力災害対策本部 原子力被災者生活支援チーム	都 武蔵		○
7	環境省環境保健部	秋田 隆司		○
8	クリアパルス株式会社	矢島 辰雄	○	
9	クリアパルス株式会社	井上 久子	○	
10	日本原子力研究開発機構福島研究開発部門	眞田 幸尚	○	
11	日本原子力研究開発機構福島研究開発部門	吉村 和也	○	
12	日本原子力研究開発機構福島研究開発部門	佐藤 里奈	○	
13	日本原子力研究開発機構福島研究開発部門	中山 真理子	○	

4. 議事次第

- (1) 開会
- (2) 挨拶（内閣府原子力災害対策本部原子力被災者生活支援チーム）
- (3) 出席者の紹介及び挨拶
- (4) 第1回検討会の議事録内容の確認
- (5) 報告及び自由討議
- (6) 閉会

5. 議事概要

- ✓ 第2回の検討会では、第1回検討会で議論した結果を再度共有すると共に、議事として個人線量計を用いた実測以外の「被ばく評価手法のレビュー」について報告された。また併せて、このレビュー結果を踏まえてどのようなデータが必要かという点で、レビューした手法の「個人の評価に係る要素」、及び「集団の評価に係る要素」について報告された。
- ✓ 第1回検討会で議論した結果の説明では、主に以下の点について共有、確認された。
 - ① 本事業においては集団を対象とした個人被ばく線量評価を目的とすること
 - ② 集団を対象とした場合に、被ばく線量の実測に加えシミュレーションによる評価手法を検討する必要があること
 - ③ 課題として実測とシミュレーションの合わせ方、避難のフェーズに合わせた手法の適用、手法の不確実性、代表性の担保などが挙げられたこと
 - ④ 報告書の項目としてリスクコミュニケーションが加えられたこと
- ✓ 「被ばく評価手法のレビュー」では、第1回検討会で議論した線量計を用いた実測に加え、主に以下の評価手法の概要について報告され、生活行動パターンや他パラメータの代表性の担保が重要であること、実測値に加えモンテカルロシミュレーションを用いた被ばく線量推定のスケールアップも集団の評価において有用であること、手法ごとの不確実性要因などが議論された。またこれら手法のメリット、デメリットについて整理した結果につき報告された。
 - ① 生活行動パターン事業（規制庁）
 - ② 福島医科大と内閣府が実施した被ばく線量調査
 - ③ 確率論的評価
- ✓ 「個人の評価に係る要素」として各要素（シミュレーションパラメータ）につき、以下のよう
に取得方法と不確実性について報告、議論がなされた。また委員からは目的（線量評価
なのかリスクなのか）が重要であり、それによって不確実性の許容レベルや改善の必要
性が変わるとの意見が出された。
 - ① 生活の行動パターン情報：手書きメモかGPS情報の活用により取得可能。共に
不確実性要因（手書きのミス、GPSのエラー）あり。また行動のパターン化も有
用な手法だがパターンに該当しないケースで不確実性が残る。
 - ② 空間線量率：大規模モニタリング情報から取得可能。モニタリング手法により精
度や空間解像度が変化。

- ③ バックグラウンド空間線量率：広域モニタリング結果から取得したバックグラウンド空間線量率マップの利用が可能。一律で $0.04\mu\text{Sv/h}$ を用いることもあるが場所によりバックグラウンド空間線量率は変動。
 - ④ 低減係数（屋内線量率）：平均して 0.4 だが、実際はばらつきが大きい。家屋の種類（構造）や除染の前後、線量率に依存した変動が報告されている。
 - ⑤ 実効線量への換算係数：ある状況を仮定してシミュレーションにより取得される係数。実際は照射条件や対象者の体格、姿勢で変動。
- ✓ 「集団の評価に係る要素」として、有意な統計情報を得るための標本調査方法について報告されると共に、母集団のばらつきを抑えるための職業や地域、年齢など国勢調査情報を用いた集団のグルーピングの必要性、及び対象集団ごとの屋内滞在時間のばらつき（集団を評価する際の不確実性）について議論がなされた。また議論を通じ、目的と対象とする住民の特性を把握することが、適切なグルーピングと各グループの滞在時間の設定に重要であることが示された。
 - ✓ また委員からは、住民や若い女性など、放射線に対する懸念の高い方々を想定したデータの活用やリスクコミュニケーションが重要であるとの意見が出された。
 - ✓ 次回の検討会では議事としてリスクコミュニケーションについて取り上げることとなった。

以上

令和 3 年度福島県における個人線量データの活用等に係る検討会（第 3 回）議事概要

1. 開催日時

令和 3 年 11 月 15 日（月）13:00～15:15

2. 場所

コラッセふくしま（福島市）研修室 A 及びオンライン会議

3. 出席者

No.	所属	氏名（敬称略）	対面 参加	ウェブ 参加
1	福島県立医科大学	委員長：坪倉 正治	○	
2	量子科学技術研究開発機構	委 員：矢島 千秋		○
3	長崎大学原爆後障害医療研究所	委 員：高村 昇		○
4	原子力安全研究協会	委 員：森田 康治	○	
5	内閣府原子力災害対策本部 原子力被災者生活支援チーム	野口 康成	○	
6	内閣府原子力災害対策本部 原子力被災者生活支援チーム	吉田 紗貴		○
7	内閣府原子力災害対策本部 原子力被災者生活支援チーム	都 武蔵	○	
8	環境省環境保健部	秋田 隆司		○
9	環境省	藤嶋 洋平		○
10	クリアパルス株式会社	矢島 辰雄	○	
11	クリアパルス株式会社	横田 久子	○	
12	東京大学	杉浦 蒼大	○	
13	日本原子力研究開発機構福島研究開発部門	眞田 幸尚	○	
14	日本原子力研究開発機構福島研究開発部門	吉村 和也	○	
15	日本原子力研究開発機構福島研究開発部門	佐藤 里奈	○	
16	日本原子力研究開発機構福島研究開発部門	中山 真理子	○	
17	日本原子力研究開発機構 安全研究・防災支援部門	高原 省五		○

4. 議事次第

- (1) 開会
- (2) 出席者の紹介
- (3) 報告及び自由討議
- (4) 閉会

5. 議事概要

- ✓ 第3回の検討会では、第1回・第2回検討会での議論をまとめると共に、議事として「被ばく評価に係るリスクコミュニケーションのあり方」を取り扱った。
- ✓ 第1回・第2回検討会における議論のまとめでは、主に以下の点について共有、確認された。
 - ① 個人被ばく線量実測事業のレビュー：これまでの事業は、データが未公開であったり情報が不十分であったりと、避難指示解除後の被ばくリスクの評価や住民への情報提供に活かせるデータが少ない。
 - ② 個人被ばく線量実測の留意点：今後、個人線量を実測により評価する場合、測定機器や方法、計測条件による不確実性を考慮する必要がある。また生活パターンや場所、時間などを考慮したサンプルの代表性の担保も重要。
 - ③ 区域評価に係る個人被ばく線量評価：目的は「解除に向けた評価」と「解除後の住民の評価」の2つであり、実測とシミュレーションの特徴を考慮した上で、これらを組み合わせた評価が必要。いずれの手法にも不確実性が存在。サンプルの代表性も考慮が必要。
 - ④ 空間線量からの個人被ばく線量の推計：実測とシミュレーションを合わせた手法、シミュレーションのみの方法などがある。シミュレーションの場合は、パラメータにより各方法の精度が変わる。
- ✓ 「被ばく評価にかかるリスクコミュニケーションのあり方」では、政府の個人線量を用いたリスクコミュニケーションの目的として「住民帰還の促進」「避難指示区域の解除」「住民のための健康管理及び健康不安の解消」の3つが挙げられた。（「復興・創生期間」後における東日本大震災からの復興の基本方針の変更について）（R3.3 閣議決定）
- ✓ またリスクコミュニケーションの目的に加え、その手法と効果を考慮し、これまで実施されてきた事業についてカテゴリー分けした結果が示され、それぞれの事業がどのような目的に合致し、どのような効果を上げたか、また残された課題として集団を対象とした評価の実績とガイドラインが少ないことが示された。
- ✓ 他、上記事業以外の個人線量を用いたリスクコミュニケーション事例として、富岡町と長崎大学が結ぶ包括的連携協定での活動や、自治体の除染検証委員会などが紹介された。
- ✓ 委員からは紹介事例やカテゴリー分けで作成された表などにつき、不足情報が提供された。
- ✓ リスクコミュニケーションの各目的に対して必要とされる情報につき議論がなされた中、留意点として「元の住民以外にも新規に住民となる方も対象として考慮する必要がある」

「不安の払拭には個人線量に加え、除染の進捗状況などプラスアルファの情報が必要」などの意見が出された。

- ✓ また本事業においては、避難指示解除を一つのポイントとしてとらえているため、「住民のための健康管理及び健康不安の解消」という目的は、対象が大きく広がりすぎることもあり、今回の対象から除外すること、また本事業の対象は、避難指示解除の意思決定と住民の帰還促進における個人線量とリスクコミュニケーションとする方針が確認された。
- ✓ またリスクコミュニケーションが含む意味は大きいため、上記の目的に対して必要な「個人線量の評価方法」「情報提供のあり方」に主眼を置く方針が確認された。
- ✓ 次回の検討会では、以上の議論を反映して作成した報告書について委員にレビューいただき、その内容について議論することとなった。

以上

令和 3 年度福島県における個人線量データの活用等に係る検討会（第 4 回）議事概要

1. 開催日時

令和 4 年 3 月 9 日（水）13:00～15:00

2. 場所

コラッセふくしま（福島市）研修室 A 及びオンライン会議

3. 出席者

No.	所属	氏名（敬称略）	対面 参加	ウェブ 参加
1	福島県立医科大学	委員長：坪倉 正治	○	
2	量子科学技術研究開発機構	委員：矢島 千秋		○
3	長崎大学原爆後障害医療研究所	委員：高村 昇	○	
4	原子力安全研究協会	委員：森田 康治	○	
5	内閣府原子力災害対策本部 原子力被災者生活支援チーム	野口 康成	○	
6	内閣府原子力災害対策本部 原子力被災者生活支援チーム	都 武蔵		○
7	環境省	藤嶋 洋平		○
8	クリアパルス株式会社	矢島 辰雄	○	
9	クリアパルス株式会社	横田 久子	○	
10	日本原子力研究開発機構福島研究開発部門	眞田 幸尚	○	
11	日本原子力研究開発機構福島研究開発部門	吉村 和也	○	
12	日本原子力研究開発機構福島研究開発部門	佐藤 里奈	○	
13	日本原子力研究開発機構福島研究開発部門	中山 真理子	○	

4. 議事次第

- (1) 開会
- (2) 出席者の紹介
- (3) 挨拶（内閣府原子力災害対策本部原子力被災者生活支援チーム）
- (4) 第3回検討会の議事録内容の確認
- (5) 報告及び自由討議
- (6) 閉会

5. 議事概要

- ✓ 第4回の検討会では、議事として「報告書案の意見聴取」を取り扱った。
- ✓ 「報告書案の意見聴取」では、第3回までの検討会での議論を反映して作成した報告書案について、以下に示す各章の内容が共有、確認された。
 - ① 1章 はじめに
 - ② 2章 福島第一原子力発電所事故後の個人被ばく線量評価を取り巻く状況
 - ③ 3章 個人被ばく線量評価手法のレビュー
 - ④ 4章 個人線量当量実測に係る留意点
 - ⑤ 5章 個人被ばく線量シミュレーションに係る留意点
 - ⑥ 6章 個人被ばく線量の区域評価に係る留意点
 - ⑦ 7章 住民への情報提供に係る留意点
- ✓ 委員からは、情報の取扱いにおいては「個人情報の取扱いに留意すること」と「公共の利益のために情報を活用すること」のバランスが重要であり議論の余地があること、「6章 個人被ばく線量の区域評価に係る留意点」及び「7章 住民への情報提供に係る留意点」ではより具体的な記載が求められること、及び報告書案の各章に対する記載内容の修正案について意見が出され、議論された。
- ✓ また報告書の要約として提示する「検討会の総括」として、以下の項目を取りまとめた。
 - ① 個人線量計による実測とシミュレーションの使い分け
 - ② 個人線量計による実測に係る留意点
 - ③ 個人被ばく線量シミュレーションに係る留意点
 - ④ 情報の取扱いに係る留意点
 - ⑤ 住民への情報提供に係る留意点
- ✓ 以上の議論を反映して修正した報告書について紙面にて委員にレビューいただき、最終承認されたものを本検討会の報告書として提出することとなった。
- ✓ 受託元である内閣府原子力災害対策本部原子力被災者生活支援チームより、政策反映に有用な情報であるとの評価をいただいた。

以上

